Rijksoverheid

Rapport IBO kostenefficiëntie CO_2-reductiemaatregelen

Colofon

Titel	IBO kostenefficiëntie CO_2-reductiemaatregelen
Bijlagen	6 bijlagen
Inlichtingen	Ministerie van Financiën Inspectie der Rijksfinanciën - Bureau Strategische Analyse
Datum	April 2016

Inhoudsopgave

Samenvatting IBO CO_2

Inleiding

Het kabinet heeft verzocht om in dit interdepartementale beleidsonderzoek (IBO) te kijken naar de kosteneffectiviteit van maatregelen die gericht zijn op klimaatdoelen. Dit rapport en de conclusies bezien de maatregelen vanuit de optiek van kosteneffectief beleid voor reductie van broeikasgassen. Er zijn ook andere invalshoeken mogelijk om maatregelen op te beoordelen. Zo ziet het Energieakkoord met name op het verhogen van het aandeel hernieuwbare energie en de bevordering van energiebesparing in verband met duurzame groei. In dit rapport is onderzocht in hoeverre broeikasgasreducerende maatregelen kosteneffectief zijn met het oog op de klimaatdoelstellingen voor 2020 en 2030.[1] Daarbij is het de vraag of de maatregelen die worden onderzocht passen in de doelstellingen voor 2050. Dit IBO-rapport levert ook informatie aan voor de beantwoording van de motie Leegte/Van Veldhoven, die verzocht om de bestaande maatregelen uit het Energieakkoord langs een uniforme meetlat te leggen: kosten per vermeden ton $CO_{2\text{-eq}}$.[2] Ook nieuwe, mogelijk aanvullende broeikasgasreducerende maatregelen zijn langs deze meetlat gelegd, mede gelet op de Urgenda-zaak. ECN en PBL hebben ten behoeve van dit onderzoek de kosten per vermeden ton $CO_{2\text{-eq}}$ van circa dertig bestaande en nieuwe mogelijke maatregelen doorgerekend.

Doelstellingen

Het huidige Nederlandse klimaatbeleid is voor een groot deel bepaald door afspraken in de Europese Unie. In EU-verband is namelijk één overkoepelende Europese doelstelling vastgesteld om uitstoot van broeikasgassen te reduceren. Dat past bij het internationale, grensoverschrijdende karakter van het klimaatprobleem. Om deze overkoepelende doelstelling te realiseren is in EU-verband een onderscheid gemaakt in twee subdoelen: een doel voor de 'ETS-sectoren' en een doel voor de 'niet-ETS-sectoren' (gebouwde omgeving, landbouw, transport, kleine industrie, overige broeikasgassen). Voor de ETS-sectoren zoals grote industrie en elektriciteitssector is een emissiehandelssysteem (ETS) ingesteld met een jaarlijks dalend Europees plafond. De EU-doelstelling voor de ETS-sectoren wordt gerealiseerd via het ETS. Voor de niet-ETS-sectoren gelden per lidstaat nationale bindende doelen die deels met Europese en vooral met nationale beleidsmaatregelen moeten worden gerealiseerd.

Voor 2020 geldt ten aanzien van de sectoren die onder het ETS vallen een Europees reductiedoel van 21% ten opzichte van 2005, de startdatum van het ETS. Nederland kent geen nationaal ETS-doel, omdat het ETS een kosteneffectieve Europese aanpak mogelijk maakt waarbij emissierechten internationaal kunnen worden verhandeld. Voor de niet-ETS sectoren in Nederland geldt een nationaal bindend reductiedoel van 16% in 2020 ten opzichte van 2005.

De EU heeft verder een overkoepelend doel afgesproken om in 2030 ten minste 40% broeikasgassen ten opzichte van 1990 te reduceren. Voor de ETS-sectoren is dit vertaald naar een Europees doel van 43% reductie van de uitstoot van broeikasgassen ten opzichte van 2005 en een niet ETS-doel van 30% ten overstaande van 2005. Voor de niet-ETS sectoren zullen in 2016 naar verwachting nationaal bindende doelen voor de lidstaten voor 2030 worden vastgesteld. Voor Nederland zal dit naar verwachting een doel zijn tussen de 33% en 40% ten opzichte van 2005. In tabel 1 zijn de reductiedoelstellingen van broeikasgassen voor Europa en Nederland in 2020, 2030 en 2050 weergegeven. Het CO_2-reductiedoel van 25% ten opzichte van 1990 dat is opgelegd door de rechter in de Urgenda-zaak, is niet opgenomen in onderstaande tabel.

---

[1] Waar in dit rapport sprake is van CO_2, CO_2-beleid en CO_2-reductie gaat het in principe altijd over zowel CO_2 als andere broeikasgassen uitgedrukt in CO_2-equivalenten (CO_2-eq.)

[2] Kamerstukken II 2014/15, 30 196, nr. 227.

Tabel 1 Broeikasgas-reductiedoelen voor 2020, 2030 en 2050 op basis van Europese afspraken

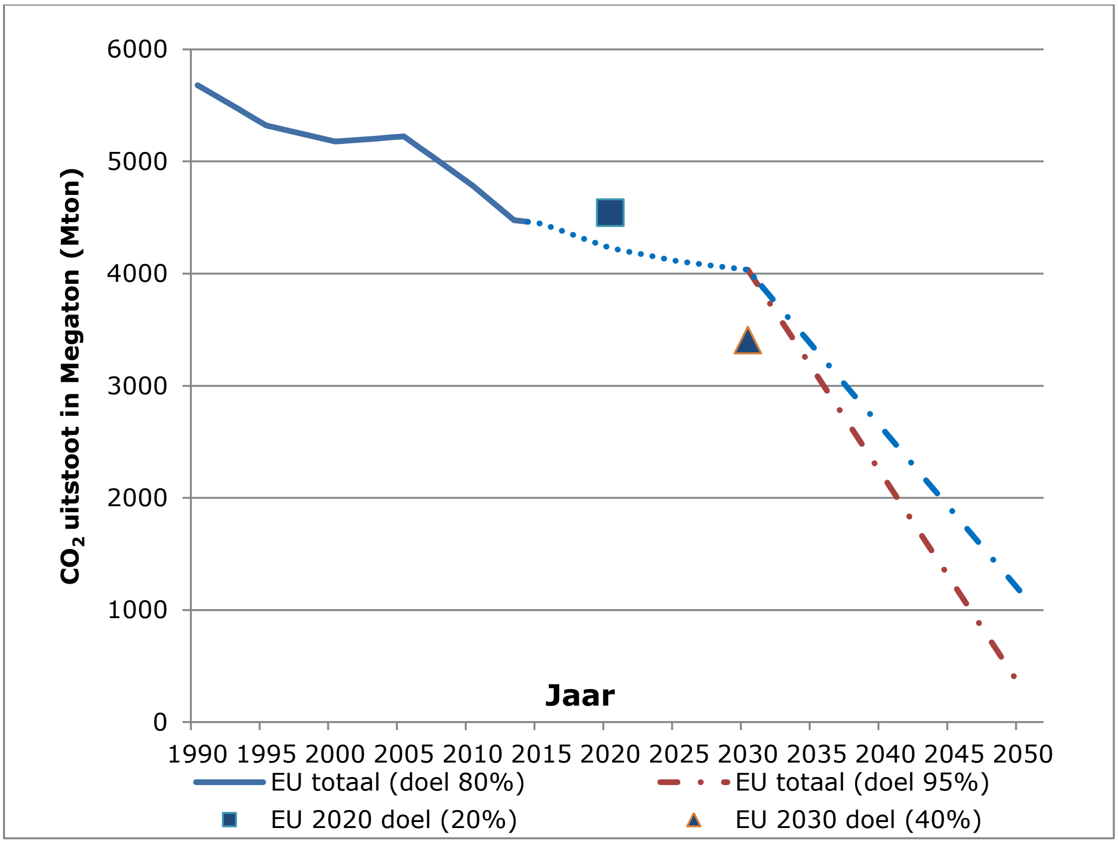
	2020		2030		2050	
	EU-breed	NL	EU-breed	NL	EU-breed	NL
Totaal (t.o.v. 1990)[3]	-20%	n.v.t.	-40%	n.v.t.	-80% tot -95%	n.v.t.
ETS (t.o.v. 2005)	-21%	n.v.t.	-43%	n.v.t.	n.t.b.	n.v.t.
Niet-ETS (t.o.v. 2005)	-11%	-16%*	-30%	minimaal -33%, waarschijnlijk 37-38%, maximaal -40% **	n.t.b.	n.t.b.

* geldt voor het hieruit afgeleide budget van broeikasgassen voor de periode 2013-2020 dat afloopt tot 16% in 2020.

** gaat waarschijnlijk gelden voor het hieruit afgeleide budget van broeikasgassen over 2021-2030 maar is nog niet formeel vastgesteld, is afhankelijk van te hanteren verdelingsmechanisme.

In figuur 1 worden Europese broeikasgas realisaties tot en met 2013 weergegeven en de verwachte emissie uitstoot van 2014 tot 2030.[4] Vanaf 2030 tot 2050 is het Europese doel voor 2050 weergegeven, dat is afgeleid van het basisjaar 1990.[5]

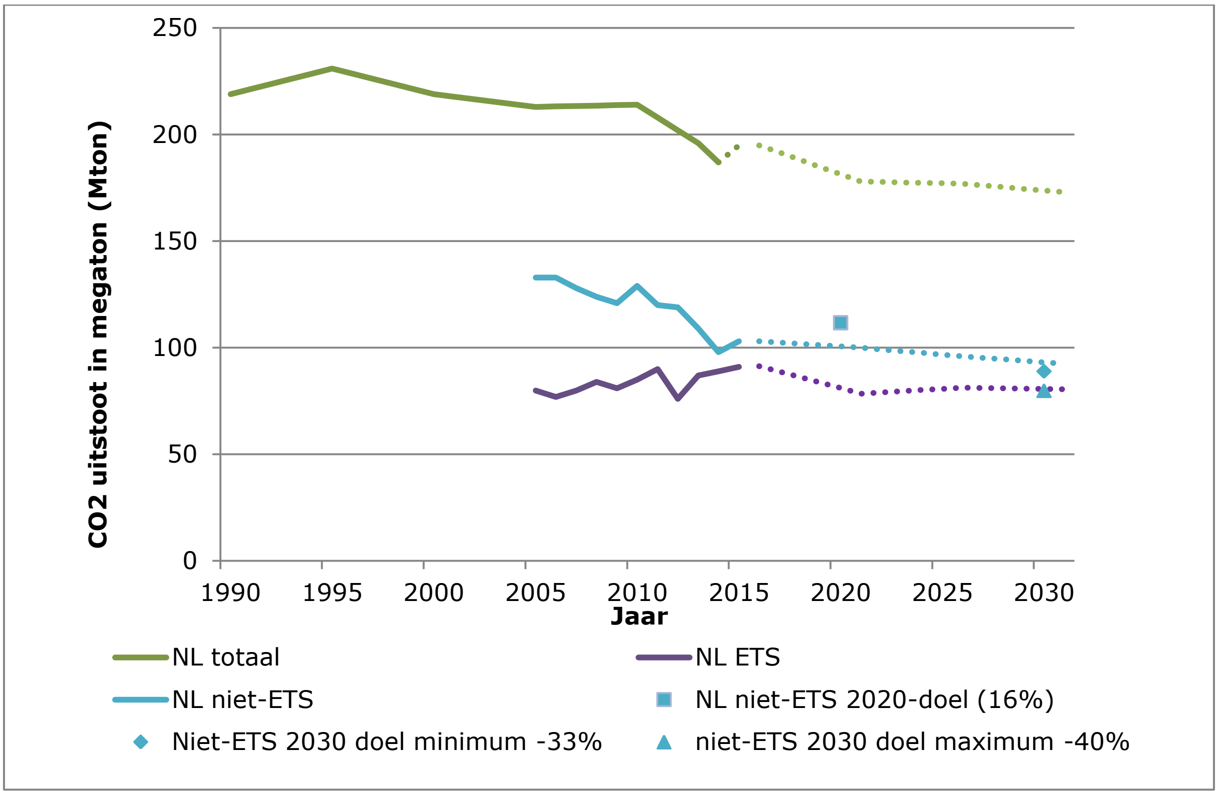
Figuur 1 Totale gerealiseerde emissies van broeikasgassen tot en met 2013, verwachte emissies 2014-2030 en doelstelling voor 2050 in Europa



[3] Vanaf 1990 wordt binnen de Europese Unie gestuurd op CO_2-reductie. Echter pas vanaf 2005 wordt onderscheid gemaakt tussen ETS-sectoren en niet ETS-sectoren.
[4] Niet voor elk jaar was data beschikbaar, daarom zijn in deze grafiek de ontbrekende jaren lineair geïnterpoleerd.
[5] Second Biennial Report of the European Union under the UN Framework Convention on Climate Change, 2015.

In figuur 2 worden de gerealiseerde emissies van broeikasgassen en verwachtingen voor Nederland weergegeven. De cijfers betreffen tot en met 2014 gerealiseerde emissies en verwachte emissies tot en met 2030. De cijfers vanaf 2015 tot en met 2030 zijn gebaseerd op de verwachte emissies binnen Nederland voor ETS en niet-ETS rekening houdend met het vastgestelde en voorgenomen beleid (NEV 2015). Voor niet-ETS is de doelstelling voor 2020 met een markering weergegeven. Het niet-ETS doel voor 2030 is met een minimum en een maximum doelstelling weergegeven.

Figuur 2 Totale gerealiseerde emissies van broeikasgassen tot en met 2014, verwachte emissies 2015-2030 in Nederland



Voor Nederland is met name het niet-ETS doel relevant omdat hier nationaal beleid op moet worden gevoerd om de (vanuit de EU vastgestelde) nationale doelstelling te halen. De ETS-doelstellingen worden gerealiseerd op Europees niveau via het ETS-systeem. Uit de grafiek blijkt dat het niet-ETS doel voor 2020 ruimschoots wordt gerealiseerd. Voor 2030 zal additioneel beleid nodig zijn in de niet-ETS-sectoren om te voldoen aan de doelstelling. Voor 2050 is nog geen niet-ETS doel vastgelegd, maar mede uit figuur 1 blijkt dat met name vanaf 2030 een forse extra inspanning voor alle lidstaten binnen de EU nodig zal zijn om in 2050 een doel van 80-95% broeikasgasreductie te kunnen realiseren. Om dit te bereiken moet internationaal en dus ook in Nederland meer tempo worden gemaakt met het reduceren van de emissies. In grafiek 2 is het door de rechter opgelegde CO_2-reductiedoel van 25% in 2020 niet opgenomen omdat dit doel los staat van het Europese kader van doelen voor ETS- en niet-ETS-sectoren.

De vormgeving van klimaatbeleid

Met het oog op de vormgeving van het klimaatbeleid zijn er vanuit het perspectief van kosteneffectiviteit in kwalitatieve zin een aantal lessen getrokken hoe het klimaatbeleid er idealiter uit zou moeten zien op de lange termijn. Deze lessen die hieronder worden beschreven moeten in samenhang worden bezien en vergen een politieke afweging.

- **Les 1: Zorg voor een adequate (internationale) beprijzing van $CO_{2\text{-eq}}$.**
  De reductie van broeikasgassen is een mondiale uitdaging. Daarom zijn, vanuit doelbereik en kosteneffectiviteit, internationale afspraken en instrumenten van groot belang. Binnen Europa is het ETS-systeem opgericht. In principe zou de huidige lage prijs van een emissierecht onder het

ETS geen probleem hoeven te zijn indien men erop vertrouwt dat de geplande afname van het aantal rechten leidt tot de geplande afname van emissies. Indien men hier echter risico's ziet, zoals het ontbreken van prikkels voor investeringen in CO_2-reductie en innovatie, dan zijn er meerdere opties om naar een betere beprijzing te streven. Bijvoorbeeld het sneller laten dalen van het plafond, het overschot van emissierechten uit de markt halen en het opkopen van rechten. Indien actie in EU-verband niet afdoende is, kan echter ook de beslissing genomen worden om beprijzing aanvullend nationaal te regelen. Het beleid moet dan gericht zijn op de langetermijntransitie en om lock-in in vervuilende technologie te voorkomen. Verder dient te worden geaccepteerd dat het beleid weliswaar resulteert in minder emissies binnen Nederland maar niet automatisch leidt tot minder uitstoot EU-breed (als gevolg van het waterbedeffect). Nationale doelen of maatregelen die afwijken van het Europese kader kunnen de kosteneffectiviteit van het Europese klimaatbeleid verlagen. Voor de niet-ETS-sectoren is het aan landen zelf om beleid vorm te geven aan beprijzing (via bv. normering, verplichting, voorlichting, subsidie of belasting).

- **Les 2: Stimuleer klimaatinnovatie naast het CO_2-reductiebeleid en generieke innovatiebeleid.** Naast het generieke innovatiebeleid is een aparte focus op klimaatinnovatie nuttig in de vorm van fundamenteel en toegepast onderzoek en demonstratieprojecten om padafhankelijkheid tegen te gaan. Via innovaties kunnen nieuwe kosteneffectieve technieken worden ontwikkeld en zodanig tijdig worden uitgerold dat zij voor 2050 een positieve bijdrage kunnen leveren aan de vereiste CO_2-reductie. Bij het vaststellen van welke technieken gestimuleerd moeten worden is het verstandig om aan te sluiten bij economische kansen voor Nederland en initiatieven in het buitenland, vanwege schaalvoordelen die daardoor kunnen optreden.
- **Les 3: Bevorder de aanleg van de benodigde infrastructuur voor klimaatvriendelijke technologie.** Bij de aanleg van de benodigde infrastructuur voor klimaatvriendelijke technieken speelt het kip-ei probleem. Investeerders zien grote risico's om te investeren in een bepaalde infrastructuur omdat er weinig consumenten zijn die de bijbehorende producten afnemen. Tegelijkertijd nemen consumenten het product niet af omdat de benodigde infrastructuur niet aanwezig is. Infrastructuur hangt uiteraard samen met technologische keuzes inzake reductie van broeikasgassen. Daarnaast dient voorkomen te worden dat investeringen in infrastructuur ertoe leiden dat technieken met een hoge CO_2-uitstoot langer rendabel blijven dan noodzakelijk (lock-in).
- **Les 4: Hanteer als overheid een brede, adaptieve portefeuillebenadering bij de inzet op technieken.** Bij zowel klimaatinnovatie als besluiten over de benodigde infrastructuur voor klimaatvriendelijke technologie is het nuttig om een 'brede, adaptieve portefeuillebenadering' te hanteren, gericht op de lange termijn. Voor de doelstellingen op de lange termijn zijn immers vele technieken nodig om de emissiereductie te behalen. Met een portefeuillebenadering kunnen kansen en risico's worden gespreid over de sectoren en in de tijd. Selecteer daarom een brede portefeuille van relevante technieken met het oog op de transitie in Nederland en gebruik een transparante methode bij de selectie en periodieke evaluatie van de portefeuille. Zet zowel in op technieken op de korte termijn (2020, 2030) met een grote kans op succes als op nieuwe technieken voor de lange termijn (2050) met meer onzekerheden. De portefeuille kan zich door de tijd heen aanpassen wanneer bepaalde technieken meer of minder succesvol blijken, of nieuwe technieken zich aandienen.
- **Les 5: Stuur primair op de reductie van CO_2-uitstoot.** Sturen op andere neven/subdoelen dan $CO_{2\text{-eq}}$ is inefficiënt als een CO_2-uitstootdoel en het daarbij ingezette instrumentarium al goed aansluit bij het beleidsdoel: tegengaan van klimaatverandering. Aanvullende doelen kunnen wel om andere redenen dan klimaat worden nagestreefd. Als Nederland naast een CO_2-arme energiehuishouding ook streeft naar bijvoorbeeld een betaalbare energievoorziening, schone luchtkwaliteit en energievoorzieningszekerheid dan zouden hier aparte meetbare doelen en instrumenten aan kunnen worden verbonden.
- **Les 6: Borg dat de overheid koersvast is.** Investeerders willen zekerheid over de context waarin zij hun investeringen doen. Stel hiervoor langetermijndoelen (CO_2-doel voor 2050) vast voor langetermijnuitdagingen en vertaal deze naar richtinggevende tussendoelen voor 2030 en 2040. Houd daarbij vast aan de gestelde doelen en voorkom zwalkend overheidsbeleid ten aanzien van de gehanteerde instrumenten.

Selectie van de maatregelen die ten behoeve van dit IBO zijn doorgerekend

Het is onmogelijk om alle genomen en nieuwe denkbare maatregelen door te rekenen op kosteneffectiviteit. De IBO werkgroep heeft daarom een selectie moeten maken. De selectie van maatregelen is gebaseerd op diverse randvoorwaarden en enkele indicatieve kostencurven voor technieken die ECN en PBL hebben samengesteld. Deze randvoorwaarden dienen ter waarborging dat sprake is van een evenwichtige en representatieve lijst. De indicatieve kostencurven geven een indruk van de effecten van een breed scala aan broeikasgasreducerende technieken, inclusief een indruk van de kosten per vermeden ton CO_2 die met deze technieken samenhangen. Op basis hiervan is bekeken of er geen veelbelovende technieken zijn vergeten. Bij het selecteren van maatregelen zijn de volgende criteria toegepast:

- Het moet gaan om maatregelen met een substantieel effect op broeikasgasreductie.
- Het moet gaan om bestaande en nieuwe maatregelen gericht op de sectoren gebouwde omgeving, landbouw, transport, industrie, en energie. De maatregelen dienen deze sectoren voldoende af te dekken.
- Het is van belang om zowel maatregelen met effecten op de kortere als de langere termijn te selecteren.
- De selectie dient zowel het huidige vaststaande als voorgenomen beleid, waaronder het Energieakkoord, te bevatten.
- Er dienen diverse typen maatregelen een plaats te krijgen in de doorrekening, zodat geleerd kan worden uit verschillende benaderingen.

Het gehanteerde kostenbegrip

De kosten van $CO_{2\text{-eq}}$ reducerende maatregelen kunnen op vele manieren worden gedefinieerd en gemeten. ECN en PBL hanteren op verzoek van de werkgroep bij hun doorrekening als kostenbegrip de 'nationale kosten' volgens de milieukostenmethodiek (VROM 1998). Dit is het saldo van een groot aantal directe kosten én baten voor de gehele maatschappij die samenhangen met het nemen van een maatregel. De kosten omvatten: kapitaalkosten, bedienings- en onderhoudskosten, baten van vermeden energiegebruik, effect op aankoop of verkoop van emissierechten in het Europese emissiehandelssysteem, en (specifiek voor transport) reistijdverlies. De nationale kosten zijn qua gebruikte grootheden zoals energieprijzen en rentevoeten ruwweg in lijn met de aanpak in maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA's). Twee belangrijke verschillen zijn dat MKBA's niet de jaarlijkse kosten berekenen, maar een netto contante waarde en dat MKBA's behalve de directe kosten en baten ook allerlei andere (indirecte) kosten en baten in beeld brengen (zoals de baten voor luchtkwaliteit). Mede gelet op het moeilijk voor handen zijn van relevante data en het korte tijdsbestek van dit onderzoek was een volledige MKBA niet haalbaar. Naast de nationale kosten zijn ook de overheidskosten in beeld gebracht. De overheidskosten zijn immers relevant vanuit de optiek dat het budget voor klimaatbeleid niet ongelimiteerd is. Als baseline bij de doorrekening van de maatregelen is aangesloten bij de ramingen uit de NEV 2015 met vastgesteld en voorgenomen beleid.

Enkele kanttekeningen bij de cijfers

Bij de cijfers in dit rapport zijn de volgende kanttekeningen te plaatsen:

- Effecten van maatregelen op $CO_{2\text{-eq}}$ reductie hangen af van de beleidsmatige vormgeving van die maatregelen, en van de aannames over exogene factoren.[6] De kosteneffectiviteit is daarbij afhankelijk van de inschatting van het effect van een maatregel op de uitstoot van broeikasgassen die soms met veel onzekerheid is omgeven. Ook is geen rekening gehouden met lastig kwantificeerbare effecten, zoals kosten die volgen uit de juridische houdbaarheid van de maatregelen, of gevolgen voor de concurrentiepositie van het Nederlandse bedrijfsleven en de koopkracht van huishoudens.
- Het waterbedeffect in het ETS is niet meegenomen in de cijfers. Dit heeft gevolgen voor de daadwerkelijke kosteneffectiviteit van maatregelen binnen de ETS-sectoren. Het waterbedeffect vindt plaats als emissiereductie door nieuw beleid in een bepaalde lidstaat in een ETS-sector (naast het ETS-systeem zelf) ruimte biedt tot meer uitstoot binnen het ETS-systeem later of op een andere plaats in de EU. Wanneer rekening wordt gehouden met een volledig optredend

[6] Exogene factoren: omstandigheden waar geen invloed op is, bijvoorbeeld de olieprijs of de internationale conjunctuur.

waterbedeffect dan is de reductie van specifieke maatregelen in de ETS-sectoren (nagenoeg) nihil. Dit betekent dat extra nationale maatregelen binnen ETS-sectoren weinig kosteneffectief zijn.

- Maatregelen kunnen niet worden opgeteld tot één 'beleidspakket' omdat de interacties tussen de beleidsmaatregelen niet zijn meegenomen in de berekening. Optelling leidt in de meeste gevallen tot een overschatting van het CO_2-effect, waardoor de CO_2-reductie van een pakket aan maatregelen in de praktijk lager – en de kosteneffectiviteit daarmee ook lager - uit zal vallen dan de som van de individuele maatregelen.

Bevindingen en conclusies

De uitstoot van broeikasgassen is op twee verschillende manieren weergegeven. Enerzijds wordt het gecombineerde effect van de broeikasgasreductie in Nederland en Europa weergegeven (horizon 1). Anderzijds wordt in sommige gevallen alleen de reductie op Nederlands grondgebied weergegeven (horizon 2).
Om de bevindingen op basis van de doorgerekende maatregelen te stroomlijnen is ervoor gekozen drie horizonnen als uitgangspunt te nemen:

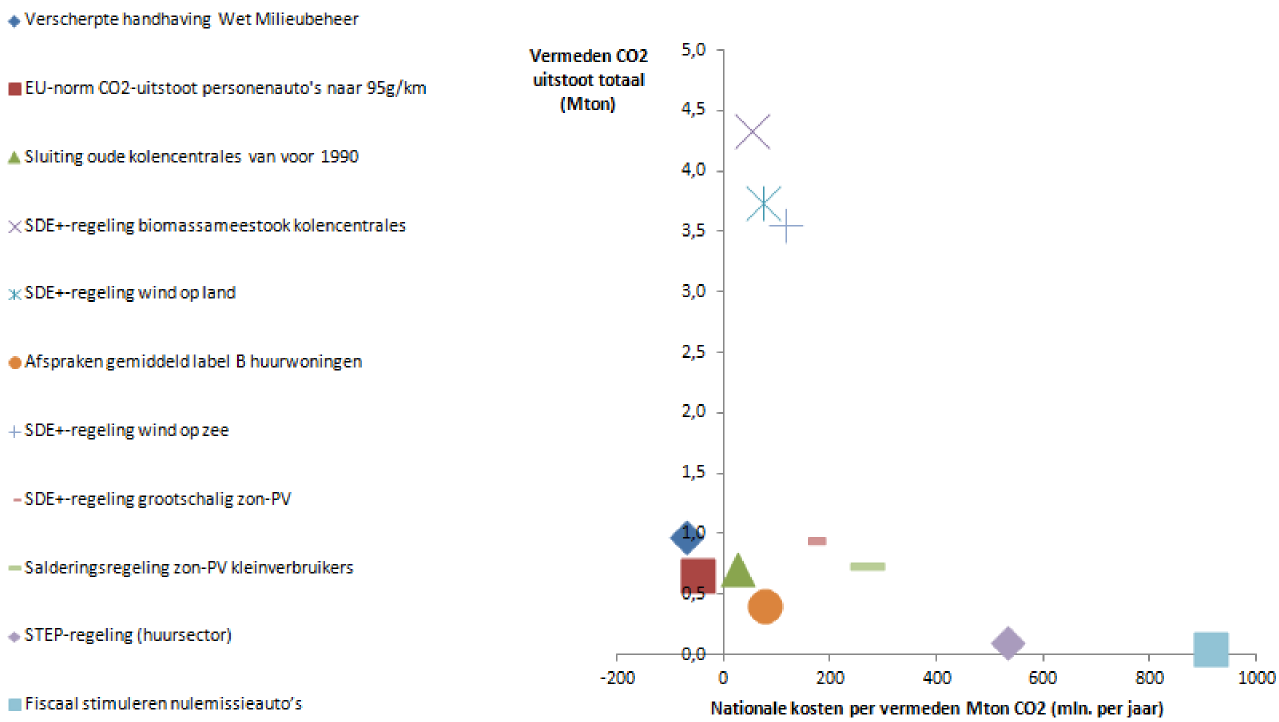
– Horizon 1 behandelt - conform de motie Leegte/Van Veldhoven - de kosten per vermeden ton CO_2 van het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid, hoofdzakelijk op basis van de maatregelen van het Energieakkoord.
– Horizon 2 focust - in het kader van de Urgenda-zaak - op de kosten per vermeden ton CO_2 van mogelijke nieuwe maatregelen met het oog op een versnelling van de broeikasgasreductie tot en met 2020 alléén op Nederlands grondgebied.[7]
– Horizon 3 gaat op kwalitatieve wijze in op verschillende manieren om het Nederlandse klimaatbeleid optimaal vorm te geven vanuit een langetermijnperspectief. Deze horizon is meer gebaseerd op de lessen die zijn getrokken uit de vormgeving van het klimaatbeleid dan op de doorrekening van ECN en PBL.

[7] NB de cijfers die worden gepresenteerd in deze horizon wijken dus in methodiek af van de cijfers van horizon 1. Horizon 1 presenteert cijfers voor totale emissiereductie (ETS in buitenland + ETS in binnenland + niet-ETS in binnenland, niet rekening houdend met het waterbedeffect). Horizon 2 presenteert cijfers voor emissiereductie in binnenland (ETS in binnenland + niet-ETS in binnenland, uiteraard ook zonder rekening te houden met het waterbedeffect).

Horizon 1: Bestaand beleid

In figuur 3 is een grafische weergave gegeven van de bijdrage van bestaand beleid aan CO_2-reductie in 2020 afgezet tegen de kosteneffectiviteit in nationale kosten per vermeden ton CO_2. De CO_2-reductie die hier wordt weergegeven is het gecombineerde effect van de CO_2-reductie in Nederland en de rest van Europa, maar zonder rekening te houden met het waterbedeffect.

Figuur 3: CO_2-reductie vs kosteneffectiviteit bestaande maatregelen (2020)



- **Er is veel variatie in de bijdrage aan de CO_2-reductie en de kosten per vermeden ton CO_2 van de maatregelen binnen het bestaande beleid. Niet alle maatregelen uit het Energieakkoord zijn even effectief in termen van CO_2-reductie.** Dit komt doordat sommige maatregelen voornamelijk gericht zijn op het realiseren van energiebesparing en hernieuwbare energie en niet zozeer op de reductie van broeikasgassen. Echter, het kabinet heeft voor dit IBO gevraagd om te kijken naar de kosteneffectiviteit in termen van CO_2.
- De nationale kosten per vermeden ton CO_2 van de maatregelen voor het stimuleren van **hernieuwbare energie** zijn gematigd. Binnen de elektriciteitssector is het stimuleren van biomassabijstook het meest kosteneffectief. Wind op land is 1/3 duurder per vermeden ton CO_2, wind op zee is dubbel zo duur en grootschalige zon-PV is 2,5x zo duur. Salderen is zelfs 5x duurder dan biomassabijstook.
- De nationale kosten van **energiebesparingsmaatregelen** lopen uiteen. De maatregelen voor energiebesparing in de industrie en gebouwde omgeving door handhaving van de Wet Milieubeheer zijn kosteneffectief. In de gebouwde omgeving zijn de lokale prestatieafspraken over energiebesparing met verhuurders - om tot gemiddeld label B te komen – even CO_2-kosteneffectief als de maatregelen onder het ETS voor duurzame energie. De subsidieregeling energieprestatie huursector (STEP), gericht op verregaande energiebesparende maatregelen in bestaande woningen met een gereguleerde huur daarentegen behoort tot de meest CO_2-kostenineffectieve alternatieven. De bijdrage van energiebesparingsmaatregelen in de gebouwde omgeving aan de CO_2-reductie in 2020 is het grootst van de eindverbruikerssectoren, maar lijkt beperkt ten opzichte van maatregelen die op centraal niveau worden genomen met behulp van de SDE+. Realisatie van maatregelen in de gebouwde omgeving heeft echter tijd nodig. Het technisch potentieel in de gebouwde omgeving is groot. Daarnaast valt op dat voor vervoer de EU-norm voor personenvervoer nettobaten heeft. Nationaal fiscaal stimuleren van

nulemissieauto's conform autobrief II daarentegen kent de hoogste kosten per vermeden ton CO_2.[8]

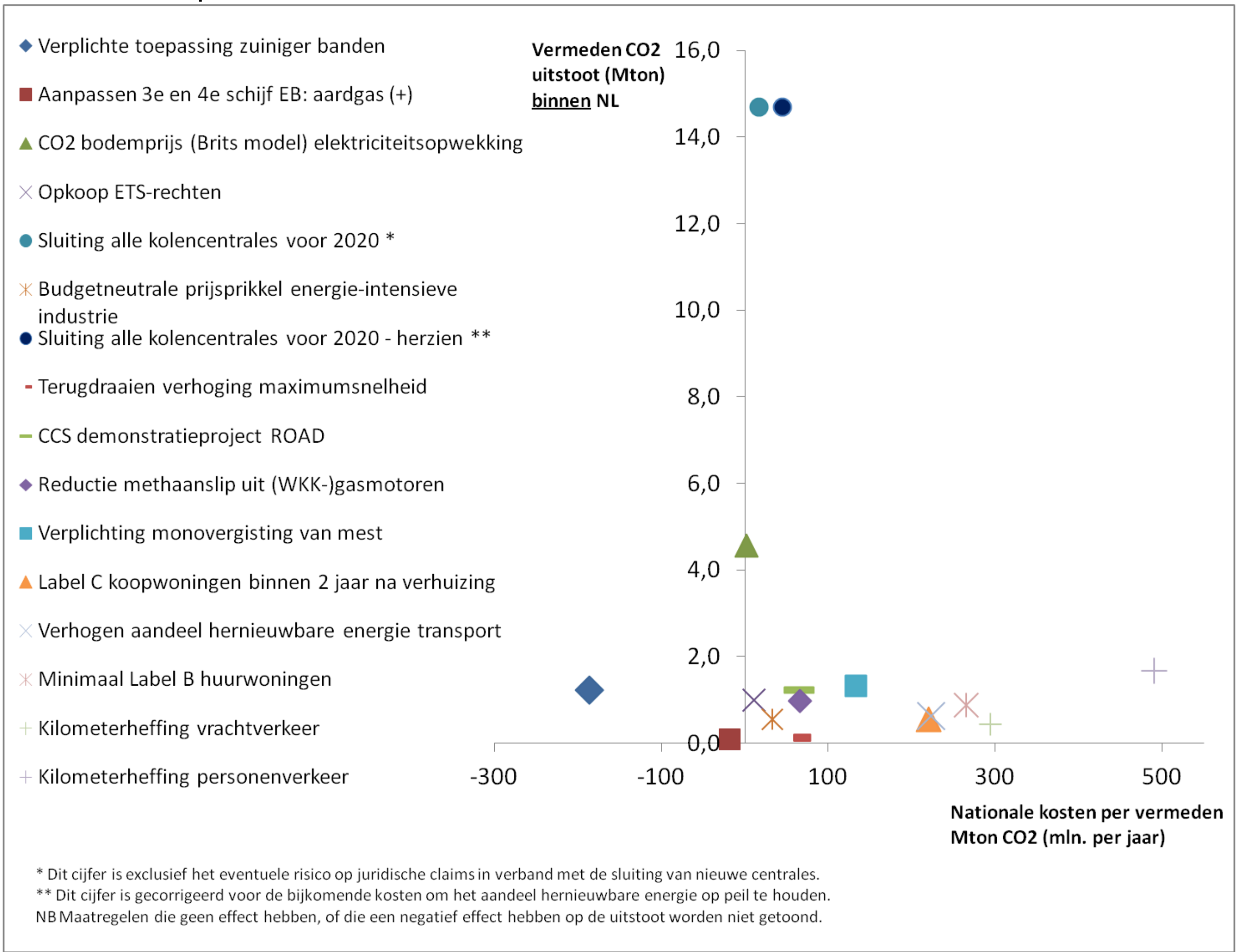
- De nationale kosteneffectiviteit van de maatregelen in de **niet-ETS-sectoren** kent een grote spreiding. Van de doorgerekende maatregelen gaat het hier om de meest kosteneffectieve en de minst kosteneffectieve maatregelen.
- Qua **type maatregelen** zijn de maatregelen die uitgaan van normstelling gemiddeld kosteneffectiever dan subsidies of fiscale stimuleringsmaatregelen. De hier doorgerekende fiscale stimuleringsmaatregelen zijn minder kosteneffectief dan de niet-fiscale maatregelen.

> **Aanbeveling**:
> Houd bij de evaluatie van het Energieakkoord in 2016 ook rekening met de bevindingen van dit IBO-rapport over kosteneffectiviteit in euro per vermeden ton CO_2.

Horizon 2: Aanvullend beleid gericht op versnelling van de broeikasgasreductie tot 2020

In figuur 4 is een grafische weergave gegeven van de bijdrage van mogelijk nieuw beleid aan de reductie van broeikasgassen in 2020 afgezet tegen nationale kosten per vermeden ton CO_2. De reductie van broeikasgassen die hier wordt weergegeven ziet louter op de reductie op Nederlands grondgebied (zonder waterbedeffect), dus ongeacht wat er in Europa gebeurt. Dit is in lijn met het oordeel van de rechter in de Urgenda-zaak dat de reductie binnen de Nederlandse grenzen moet plaatsvinden. Maatregelen kunnen dus op het eerste oog een aanzienlijke broeikasgasreductie laten zien binnen de Nederlandse grenzen en de kosteneffectiviteit kan daardoor redelijk hoog zijn, maar door de werking van het Europese ETS-systeem zal uiteindelijk op de Europese schaal geen broeikasgasreductie optreden.

Figuur 4: $CO_{2\text{-eq}}$-reductie binnen NL vs kosteneffectiviteit maatregelen (2020)



[8] Kamerstukken II 2014/15, 32 800, nr. 27.

- **Het bereiken van een reductie van 14 à 15 Mton die nodig is om aan de gerechtelijke uitspraak inzake Urgenda (25% CO_2-reductie) te voldoen is complex. Daarnaast kan de kosteneffectiviteit van bepaalde maatregelen uiteindelijk teniet worden gedaan door waterbedeffecten binnen de EU.** De eis van 25% reductie binnen Nederland verhoudt zich slecht tot het Europese kader van doelen voor ETS- en niet-ETS-sectoren. Extra maatregelen in de sfeer van energiebesparing en hernieuwbare energie zijn lastig, omdat er al vol wordt ingezet op volledig uitvoeren van het Energieakkoord. Voor de korte termijn blijven daardoor alleen relatief dure maatregelen over. Maatregelen kunnen vaak niet voor 2020 geïmplementeerd worden of leveren in 2020 nog geen maximaal reductie-effect. Andere maatregelen kunnen alleen in Europese context worden gerealiseerd. Desondanks zijn er in de energiesector enkele maatregelen met een substantieel reductiepotentieel. Deze maatregelen reduceren emissies binnen Nederland, maar leiden in principe niet tot CO_2-reductie EU-breed vanwege het waterbedeffect. Wanneer deze maatregelen worden gekoppeld aan het uit de markt halen van emissierechten door de overheid, zal er wel daadwerkelijk een reductie-effect optreden, maar de kosten van dit 'dubbele beleid' zijn hoger.
- **De maatregel met de sterkste CO_2-reductie binnen NL in 2020 is het volledig sluiten van de kolencentrales. Het nationale kostenbegrip bij deze maatregel is echter misleidend.** Bij elke maatregel dient zorgvuldig te worden gekeken in hoeverre het nationale kostenbegrip geschikt is voor een uiteindelijke oordeelsvorming. Dit geldt zeker voor de maatregel van de sluiting van alle kolencentrales. Ten eerste blokkeert de maatregel de inzet van biomassa en moet, om de Europese doelen voor hernieuwbare energie te halen gecombineerd worden met andere maatregelen. Als hiervoor gecorrigeerd wordt, dan verslechtert de kosteneffectiviteit (zie figuur). Ten tweede is er bij deze maatregel sprake van kapitaalvernietiging van nieuwe kolencentrales en loopt de overheid bij sluiting van kolencentrales een risico op schadeclaims van aandeelhouders. Het kostenbegrip heeft echter geen betrekking op effecten zoals kapitaalvernietiging, mogelijke schadeclaims, het moeilijker realiseren van de doelstellingen voor hernieuwbare energie en de energievoorzieningszekerheid.
- **De meest kosteneffectieve maatregelen zijn te vinden in de energiesector en in de industrie.** In de energiesector zijn de CO_2-bodemprijs voor de elektriciteitsopwekking en het CCS demonstratieproject ROAD relatief kosteneffectief.[9] De CO_2-bodemprijs introduceert een nationale heffing op emissies van de elektriciteitssector onder het ETS-systeem. De heffing is gelijk aan het verschil tussen de vastgestelde bodemprijs en de feitelijke ETS-prijs. Richting 2030 wordt ook kernenergie kosteneffectief. Twee maatregelen in de industrie met een gunstige kosteneffectiviteit zijn de budgetneutrale prijsprikkel voor de energie-intensieve industrie en het aanpassen van de 3e en 4e schijf van de energiebelasting op aardgas. De effecten op het level playing field van deze maatregelen zijn niet in kaart gebracht.
- **In de gebouwde omgeving en in de transportsector komen maatregelen met een minder gunstige kosteneffectiviteit voor.** Binnen de transportsector heeft de EU-verplichting energiebesparende banden een gunstige nationale kosteneffectiviteit, met opbrengsten per vermeden ton CO_2. De kosteneffectiviteit vanuit het oogpunt van de overheid van deze maatregel is lager, vanwege lagere accijnsinkomsten. Deze maatregel kan alleen binnen een Europese context worden gerealiseerd, maar staat nog niet op de Europese agenda en zal dus niet voor 2020 ingevoerd worden.
- **Binnen de niet-ETS-sectoren hebben de maatregelen een lagere kosteneffectiviteit, en leiden de meeste maatregelen slechts tot een relatief geringe mogelijke extra reductie.** Deze maatregelen hebben echter wel een EU-breed effect, naast een effect op Nederlands grondgebied. Verder heeft Nederland zich ook gecommitteerd aan een nog nader te bepalen niet-ETS-doel voor 2030, waardoor ook gekeken kan worden naar maatregelen met effecten richting 2030.

Aanbeveling:
Schenk, binnen de juridische ruimte die er is, zoveel mogelijk aandacht aan kosteneffectieve CO_2 reducerende maatregelen die passen binnen de Europese kaders, het lange termijn perspectief en de lessen voor het klimaatbeleid.

[9] CCS staat voor Carbon Capture and Storage CO_2-emissies worden afgevangen en opgeslagen.

Horizon 3: Conclusies voor de lange termijn (2050)

Tijdens de 21e Conferentie van Partijen (COP21) in Parijs is afgesproken dat de uitstoot van broeikasgassen moet worden teruggedrongen en de opwarming van de aarde moet worden beperkt tot ruim onder de 2 graden, met 1,5 graad als streefwaarde. Om dit te bereiken moet internationaal meer tempo worden gemaakt met het reduceren van de emissies. Analyses wijzen uit dat vrijwel alle mogelijke technieken moeten worden ingezet om de broeikasgasuitstoot tot het vereiste niveau terug te brengen. Voor de eigen bijdrage aan de Europese klimaatdoelen zal Nederland tijdig een klimaatbeleid moeten inrichten vanuit een langetermijnperspectief, waarbij de reductiepercentages aanzienlijk hoger moeten liggen dan thans worden gerealiseerd. De zes lessen voor de vormgeving van het klimaatbeleid op de lange termijn zoals hiervoor beschreven, zijn daarbij van belang.

Aanbeveling:

- De meest kosteneffectieve strategie is om op EU-niveau in te zetten op versterking van het ETS die dan op lange termijn resulteert in een adequate beprijzing van CO_2. Dit is ook in lijn met de benodigde tempoversnelling, met de Europese doelstelling voor 2050 en de uitkomsten van de klimaattop in Parijs. De wijze waarop dit zou kunnen behoeft nadere analyse, maar zou onder andere kunnen via het sneller laten dalen van het plafond, het overschot van emissierechten uit de markt halen of door het opkopen van rechten.
- Houd bij de niet-ETS-sectoren rekening met het feit dat je binnen het niet-ETS-beleid vrijwel alle technieken nodig hebt en dat er maatregelen worden gekozen die voor de lange termijn van nut zijn.
- Borg dat de overheid koersvast is voor de lange termijn, zodat investeerders weten waar ze aan toe zijn.

Hoofdstuk 1. Inleiding

Het laatste decennium krijgt klimaatverandering steeds meer aandacht. Vooral door het verbranden van fossiele brandstoffen neemt de concentratie van broeikasgassen in de atmosfeer toe. Naast CO_2, dat binnen de energiehuishouding het belangrijkste broeikasgas is, gaat het ook om de uitstoot van andere broeikasgassen zoals methaan en lachgas uit met name de landbouw. Over het verband tussen de toename van broeikasgasemissies en klimaatverandering door een stijging van de gemiddelde temperatuur is de laatste jaren brede consensus ontstaan.

Op mondiaal en Europees niveau worden afspraken gemaakt om dit probleem aan te pakken. Van 30 november tot en met 11 december 2015 heeft de 21e Conferentie van Partijen (COP21) bij het VN Klimaatverdrag plaatsgevonden in Parijs. Hier is afgesproken dat de uitstoot van broeikasgassen moet worden teruggedrongen en de opwarming van de aarde moet worden beperkt tot maximaal 2 graden, met 1,5 graad als streefwaarde. Binnen Europa was al afgesproken om in 2020, 2030 en 2050 de uitstoot van broeikasgassen met respectievelijk 20%, ten minste 40% en 80-95% terug te dringen ten opzichte van 1990.[10] Het kabinet heeft zich gebonden aan de op EU-niveau overeengekomen landenspecifieke doelstellingen en streeft internationaal naar een volledig duurzame energievoorziening in 2050.[11] Op nationaal niveau wordt onder andere met het Energieakkoord gewerkt aan een verduurzaming van de Nederlandse samenleving en economie. Veel maatregelen uit het Energieakkoord leiden samen met andere maatregelen binnen het Nederlandse klimaatbeleid tot reductie van broeikasgassen op korte of lange termijn.

Het is belangrijk om van tijd tot tijd te evalueren of het gevoerde beleid wel kosteneffectief is: betaalt Nederland niet een te hoge prijs?

1.1. Taakopdracht

Het kabinet heeft gevraagd om in dit IBO-rapport de kosteneffectiviteit van een aantal maatregelen die gericht zijn op klimaatdoelen door te rekenen en te vergelijken. Op deze manier kan worden bezien of de maatregelen kosteneffectief zijn of dat er ruimte is voor effectiever beleid. Daarnaast kan dit rapport een bijdrage leveren aan de beantwoording van de motie Leegte/Van Veldhoven en de evaluatie van het Energieakkoord in 2016.[12] Voorts levert dit IBO bouwstenen voor mogelijke maatregelen in het kader van eventuele verdergaande reductie van broeikasgassen. De volledige taakopdracht is terug te vinden in bijlage 1. De hoofdvraag voor dit IBO-rapport is als volgt:

> *In hoeverre is de inzet van CO_2-uitstootreducerende maatregelen kosteneffectief met het oog op de klimaatdoelstellingen voor 2020 en 2030? Daarbij is het ook de vraag of de maatregelen die worden onderzocht passen in de doelstellingen voor 2050.*

1.2. Aanpak

Voor de afbakening van het onderzoek is een aantal keuzes gemaakt. Er is gekozen om te kijken naar alle broeikasgassen, dus CO_2 plus CO_2-equivalenten. Hoewel de uitstoot van broeikasgassen een mondiaal probleem is, is er in dit IBO alleen gekeken naar het effect van beleid op de uitstoot op Europees en op nationaal niveau. Dit vanwege de onderlinge verbondenheid tussen de uitstoot van EU-landen als gevolg van het EU emissiehandelssysteem (ETS) en de integratie van markten, zoals de elektriciteitsmarkt.

De tweede keuze betreft welke kosten worden berekend. Er is allereerst gekozen voor een berekening van de nationale kosten om te kunnen duiden wat de kosten van bepaald klimaatbeleid

[10] In Nederlands en EU-beleid wordt vaak gebruikt gemaakt van het begrip 'CO_2 en CO_2-equivalenten' om aan te geven dat beleid erop gericht is om de uitstoot van meer broeikasgassen te verminderen dan alleen CO2. Wanneer in dit IBO-rapport wordt gesproken over 'CO_2' dan wordt hier vrijwel altijd 'CO_2 en CO_2-equivalenten' mee bedoeld.
[11] Regeerakkoord Kabinet Rutte-II (2012) 'Bruggen slaan'.
[12] Motie Leegte/Van Veldhoven (2015): *"…verzoekt de regering, bij de maatregelen die uit het energieakkoord voortvloeien concreet in euro's aan te geven wat de kosten per vermeden ton CO_2 van de maatregel zijn"*.

zijn vanuit het perspectief van de maatschappij als geheel. Het berekenen van de toekomstige kosten van beleid over een lange tijdsperiode is een complexe opgave. Daarom is gekozen voor het hanteren van het beproefde 'nationale kostenbegrip'.[13] Dit kostenbegrip omvat directe kosten zoals kapitaalkosten, bedienings- en onderhoudskosten, maar ook directe baten zoals die voortvloeiend uit vermeden energiegebruik, effect op aankoop of verkoop van CO_2-rechten in het Europese emissiehandelssysteem, en (specifiek voor transport) reistijdverlies. Het nationale kostenbegrip hanteert een beperkte maar een beter hanteerbare definitie van maatschappelijke kosten en baten dan de definitie die wordt gehanteerd in de bredere maatschappelijke kosten- batenanalyses (MKBA's), waar bijvoorbeeld ook externe effecten in geld worden uitgedrukt en in de analyse worden betrokken. Mede gelet op het moeilijk voor handen zijn van relevante data en het korte tijdsbestek van dit onderzoek was een volledige MKBA niet haalbaar. Daarnaast worden de overheidskosten berekend. Zo kan een breder perspectief geschetst worden van de kosten die bij verschillende partijen liggen. Verder zijn de overheidskosten relevant vanuit de optiek dat het budget voor klimaatbeleid niet ongelimiteerd is.

De werkgroep heeft, als onderdeel van de taakopdracht, besloten om te kijken naar zowel bestaand beleid als (mogelijk) nieuw beleid. Binnen het bestaand beleid wordt in elk geval beleid dat representatief is voor het Energieakkoord meegenomen vanwege de motie Leegte/Van Veldhoven die hier om vraagt.

Qua tijdsperiode zal het IBO kijken naar beleid met een horizon t/m 2020 en 2030. Het IBO kijkt ook naar 2050 maar eerder kwalitatief dan kwantitatief omdat voor die lange termijn kwantitatieve doorrekeningen minder zinvol zijn gezien de grote onzekerheden.

Ten behoeve van het IBO-rapport zijn door PBL en ECN de kosten van 34 specifieke bestaande en nieuwe beleidsmaatregelen in euro per vermeden ton CO_2 doorgerekend. Bij deze doorrekeningen is geen rekening gehouden met het zogenoemde waterbedeffect dat optreedt vanwege het Europese emissiehandelssysteem. Maatregelen die in Nederland technieken stimuleren in sectoren die onder het ETS vallen (zoals het stimuleren van de productie van duurzame energie in de energiesector) leiden onder het ETS-plafond niet tot minder CO_2-uitstoot, maar louter tot een verschuiving van CO_2-uitstoot onder het Europese plafond. Bij niet-ETS-sectoren gaat het in het algemeen wel om effectieve vermindering van CO_2-uitstoot binnen Europa. De gepresenteerde cijfers over kosteneffectiviteit per vermeden ton CO_2 zijn dan ook moeilijk vergelijkbaar tussen ETS- en niet-ETS-sectoren en worden daarom vaak separaat gepresenteerd.

De keuze voor de te onderzoeken beleidsmaatregelen is deels gebaseerd op de bevindingen ten aanzien van de kosteneffectiviteit van de verschillende technieken om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren, en daarnaast op andere criteria om de representativiteit van de lijst te garanderen. Met de kosten van de verschillende onderzochte beleidsmaatregelen in beeld zijn vervolgens conclusies getrokken. Deze conclusies worden gepresenteerd voor drie horizonnen die focussen op bestaand beleid tot en met 2020 (hoofdzakelijk het Energieakkoord), op een mogelijk versnellingsscenario voor reductie van broeikasgassen in Nederland en op het optimale kosteneffectieve beleid voor de lange termijn. Tussenresultaten zijn besproken tijdens twee expertbijeenkomsten. Daarnaast is gedurende het proces gesproken met verschillende experts.

1.3. Leeswijzer

Hoofdstuk 2 gaat in op de doelen en het bestaande beleid met betrekking tot de reductie van broeikasgassen. Nederland heeft zich gebonden aan Europese en aan nationale klimaatdoelen. Hier wordt in Europees verband en in nationaal verband beleid voor geformuleerd.

Hoofdstuk 3 schetst de technologische langetermijnopgave voor Nederland.

Hoofdstuk 4 gaat in op de optimale vormgeving van klimaatbeleid, en trekt hier lessen uit die relevant zijn voor de bevindingen in hoofdstuk 6.

[13] Zie het onderzoek van PBL en ECN in bijlage 6 voor een bespreking van het nationale kostenbegrip.

Hoofdstuk 5 gaat eerst in op hoe de keuze voor de lijst van door te rekenen maatregelen tot stand is gekomen. Daarnaast worden in dit hoofdstuk de doorgerekende maatregelen gepresenteerd.

In hoofdstuk 6 worden de bevindingen van het IBO op basis van de cijfers van ECN en PBL gepresenteerd. Ter stroomlijning daarvan zijn drie horizonnen gekozen. Eerst worden in horizon 1 en 2 de implicaties voor de korte termijn behandeld. In Horizon 1 wordt ingegaan op bestaand beleid tot en met 2020 (voornamelijk Energieakkoord). In Horizon 2 wordt ingegaan op de mogelijke versnelling van broeikasgasreductie tot en met 2020. Tot slot wordt in Horizon 3 ingegaan op verschillende manieren om het Nederlandse klimaatbeleid vorm te geven vanuit een langetermijnperspectief.

Hoofdstuk 7 formuleert de conclusies en aanbevelingen.

Hoofdstuk 2. Klimaatdoelen en beleidsbeschrijving

Nederland heeft zich gebonden aan Europese en aan nationale klimaatdoelen. Hier wordt in Europees verband en in nationaal verband beleid op gemaakt. In dit hoofdstuk zullen zowel de doelen als het beleid in algemene zin nader worden toegelicht. In paragraaf 2.1 zal worden ingegaan op de reductiedoelen voor broeikasgassen en de verschillende soorten beleid dat hiervoor in Europees en nationaal verband wordt gemaakt. In paragraaf 2.2 zal nader ingegaan worden op nevendoelen die eveneens een effect hebben op CO_2-reductie.

2.1. Reductiedoelen voor broeikasgassen

De internationaal gedeelde zorg over klimaatverandering vormt sinds 1990 al de basis voor het kabinetsbeleid. Zo kende Nederland in 2000 een doelstelling van 3% reductie van broeikasgassen ten opzichte van 1990.[14] Ook deze doelstelling voor Nederland volgde uit een Europese aanpak. Het nationale beleid was vooral gericht op energiebesparing bij gebouwen, vervoer en het bijstoken van biomassa.

Het huidige Nederlandse klimaatbeleid wordt voor een groot deel bepaald door de Europese Unie. Vanuit dat beleid is één overkoepelende Europese doelstelling vastgesteld om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren. Om deze overkoepelende doelstelling te realiseren is in EU-verband een onderscheid gemaakt in twee subdoelen: een doel voor de 'ETS-sectoren' en een doel voor de 'niet-ETS-sectoren'. De ETS-sectoren vallen onder het Europese emissiehandelssysteem (het ETS). De EU-doelstelling voor de ETS-sectoren wordt gerealiseerd via het ETS. Voor de niet-ETS-sectoren gelden per lidstaat nationale bindende doelen die deels met Europese en vooral met nationale beleidsmaatregelen moeten worden gerealiseerd. Nederland heeft ervoor gekozen om de niet-ETS-sector onder te verdelen in deelsectoren en aan elke deelsector een sectoraal emissieplafond toe te kennen.

Tot 2020 hebben de lidstaten van de EU zich gebonden aan een gezamenlijk doel van 20% CO_2-uitstootreductie ten opzichte van 1990.[15] Afgelopen jaar werd ook een doel afgesproken voor 2030: ten minste 40% reductie van broeikasgassen ten opzichte van 1990. Om beleid vast te stellen gericht op het halen van deze doelen is in EU-verband een onderscheid gemaakt in twee subdoelen voor 2020 en 2030: een doel voor de 'ETS-sectoren' binnen de economie en een doel voor de 'niet-ETS-sectoren'.

Voor 2020 geldt ten aanzien van de sectoren die onder het ETS vallen een Europees CO_2-reductiedoel van 21% ten opzichte van 2005.[16] Voor 2030 geldt een Europees doel van 43% CO_2-reductie ten opzichte van 2005. Onder het ETS vallen voornamelijk energie-intensieve industrie en elektriciteitsproductie.

Binnen de niet-ETS sectoren gaat het voornamelijk om de sectoren verkeer en vervoer, gebouwde omgeving en land- en tuinbouw. Voor deze sectoren geldt een Europees doel van 11% reductie van broeikasgassen in 2020 en 30% in 2030, ook t.o.v. 2005. Dit Europese doel wordt doorvertaald naar de afzonderlijke lidstaten. Voor de niet-ETS sectoren in Nederland geldt een Europees bindend nationaal reductiedoel van 16% in 2020 ten opzichte van 2005. Dit niet-ETS-doel wordt volgens de Nationale Energieverkenning 2015 (NEV 2015) ruimschoots gehaald. Voor de niet-ETS sectoren zal in 2016 een nationaal bindend doel voor 2030 worden vastgesteld. Dit zal naar verwachting een doel zijn tussen de 33% en 40% ten opzichte van 2005.

Als de doelen in de ETS- en niet-ETS-sectoren per lidstaat gehaald worden, zullen ook de overkoepelende EU-doelen voor 2020 en 2030 gerealiseerd worden. Op de lange termijn heeft de EU – en daarmee Nederland – zich gecommitteerd aan de ambitie om in 2050 een 80-95% reductie van broeikasgassen t.o.v. 1990 te bereiken. Het huidige kabinet heeft dat vertaald in het in internationaal verband streven naar een volledig duurzame energiehuishouding in 2050.

[14] Kamerstukken II 1994/95, 22 232, nr. 7.
[15] Conclusies Europese Raad van maart 2007.
[16] Het ETS is in 2005 van start gegaan, vandaar dat ook vaak gerefereerd wordt aan anno 2005.

In tabel 2.1 zijn de reductie doelstellingen voor broeikasgassen voor Europa en Nederland in 2020, 2030 en 2050 weergegeven.

Tabel 2.1 Broeikasgasreductiedoelen voor 2020, 2030 en 2050 op basis van Europese afspraken

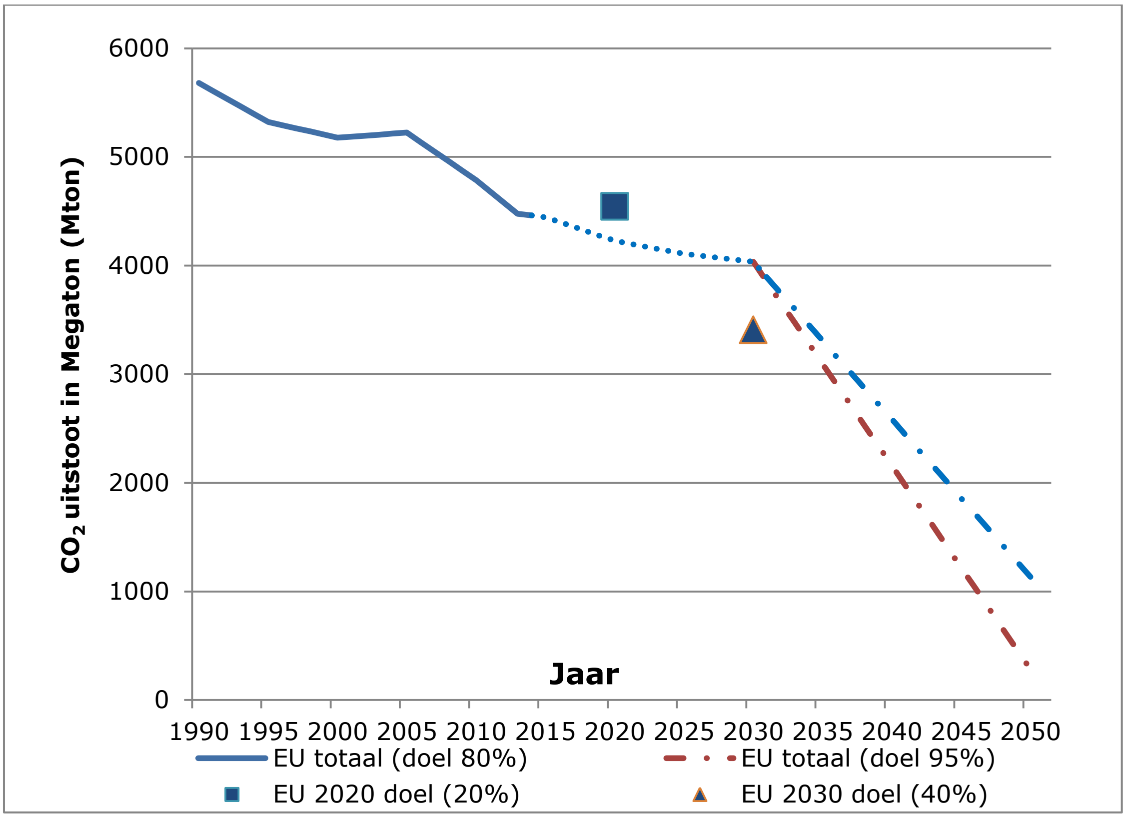
	2020		**2030**		**2050**	
	EU-breed	**NL**	**EU-breed**	**NL**	**EU-breed**	**NL**
Totaal (t.o.v. 1990)[17]	-20%	n.v.t.	-40%	n.v.t.	-80% tot -95%	n.v.t.
ETS (t.o.v. 2005)	-21%	n.v.t.	-43%	n.v.t.	n.t.b.	n.v.t.
Niet-ETS (t.o.v. 2005)	-11%	-16%*	-30%	minimaal -33%, waarschijnlijk 37-38%, maximaal -40% **	n.t.b.	n.t.b.

* geldt voor het hieruit afgeleide budget van broeikasgassen voor de periode 2013-2020 dat afloopt tot 16% in 2020.

** gaat waarschijnlijk gelden voor het hieruit afgeleide budget voor broeikasgassen over 2021-2030 maar is nog niet formeel vastgesteld, is afhankelijk van te hanteren verdelingsmechanisme.

In figuur 2.1 worden Europese broeikasgas realisaties tot en met 2013 weergegeven en de verwachte emissie uitstoot van 2014 tot 2030.[18] Vanaf 2030 tot 2050 is het Europese doel voor 2050 weergegeven, dat is afgeleid van het basisjaar 1990.[19]

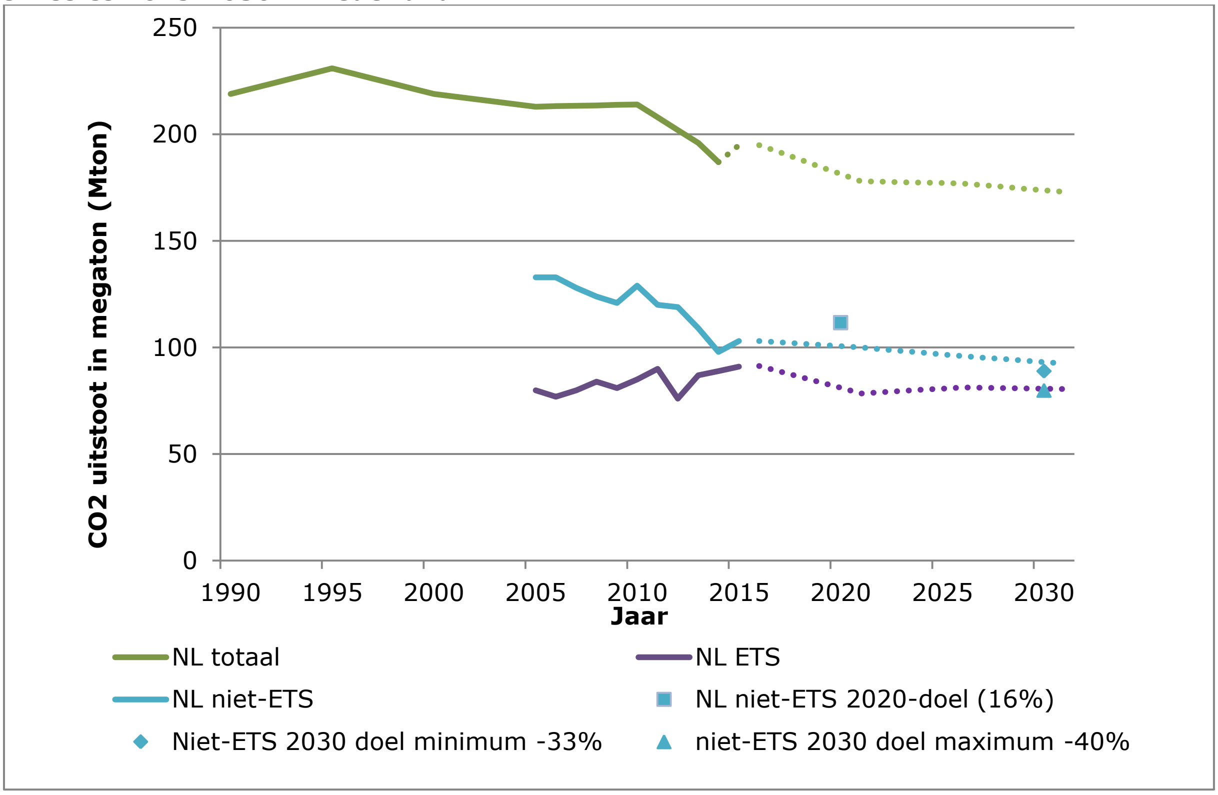
Figuur 2.1 Totale gerealiseerde emissies van broeikasgassen tot en met 2013, verwachte emissies 2014-2030 en doelstelling voor 2050 in Europa



[17] Vanaf 1990 wordt binnen de Europese Unie gestuurd op CO_2-reductie. Echter pas vanaf 2005 wordt onderscheid gemaakt tussen ETS-sectoren en niet ETS-sectoren.
[18] Niet voor elk jaar was data beschikbaar, daarom zijn in deze grafiek de ontbrekende jaren lineair geïnterpoleerd.
[19] Second Biennial Report of the European Union under the UN Framework Convention on Climate Change 2015.

In figuur 2.2 worden de gerealiseerde emissies van broeikasgassen en verwachtingen voor Nederland weergegeven. De cijfers betreffen tot en met 2014 gerealiseerde emissies en verwachte emissies tot en met 2030. De cijfers vanaf 2015 tot en met 2030 zijn gebaseerd op de verwachte emissies binnen Nederland voor ETS en niet-ETS rekening houdend met het vastgestelde en voorgenomen beleid (NEV 2015). Voor niet-ETS is de doelstelling voor 2020 met een markering weergegeven. Het niet-ETS doel voor 2030 is met een minimum en een maximum doelstelling weergegeven. Voor Nederland is met name het niet-ETS doel relevant omdat hier nationaal beleid op moet worden gevoerd om de (vanuit de EU vastgestelde) nationale doelstelling te halen. De ETS-doelstellingen worden gerealiseerd op Europees niveau via het ETS-systeem. Uit de grafiek blijkt dat het niet-ETS doel voor 2020 ruimschoots wordt gerealiseerd. Voor 2030 zal additioneel beleid nodig zijn in de niet-ETS-sectoren om te voldoen aan de doelstelling. Voor 2050 is nog geen niet-ETS doel vastgelegd, maar mede uit figuur 2.1 blijkt dat met name vanaf 2030 een forse extra inspanning voor alle lidstaten binnen de EU nodig zal zijn om in 2050 een doel van 80-95% broeikasgasreductie te kunnen realiseren.

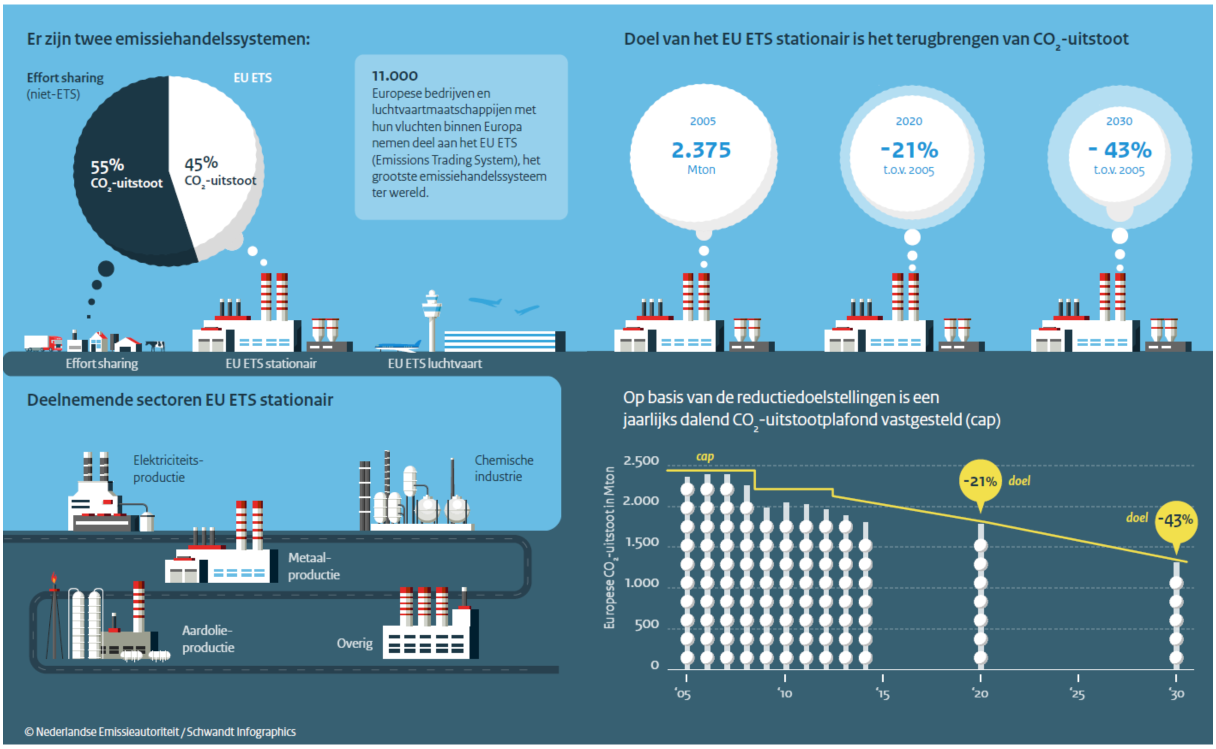
Figuur 2.2 Totale gerealiseerde emissies van broeikasgassen tot en met 2014, verwachte emissies 2015-2030 in Nederland



De ETS-sectoren

De EU-doelen voor de ETS-sectoren worden gerealiseerd door begrenzing van de CO_2-uitstoot met het EU-emissiehandelssysteem (het ETS). Het ETS werkt volgens het 'cap and trade' principe. Bedrijven onder het ETS mogen voor elk emissierecht een ton CO_2 uitstoten. De emissierechten zijn vrij verhandelbaar tussen bedrijven en andere participanten op de ETS-markt. Elk jaar komt een aantal emissierechten op de markt waardoor de totale emissies niet boven een vooraf vastgestelde cap uitkomen. Deze cap stelt dus een maximum aan de totale Europese uitstoot van broeikasgassen. De cap wordt elk jaar verlaagd, zodat de totale emissies over tijd omlaag gaan en de emissierechten steeds schaarser worden. Hierdoor worden opties bij bedrijven om emissies te reduceren steeds aantrekkelijker. Dit systeem zorgt er in beginsel voor dat emissies worden gereduceerd bij de bedrijven waar dit het goedkoopst is. Deze bedrijven reduceren liever emissies dan dat zij emissierechten kopen. In figuur 2.3 is de werking van het ETS-systeem schematisch weergegeven. Een uitgebreidere toelichting bij het ETS-systeem is opgenomen in hoofdstuk 4.

Figuur 2.3 Emissiehandel in Europa



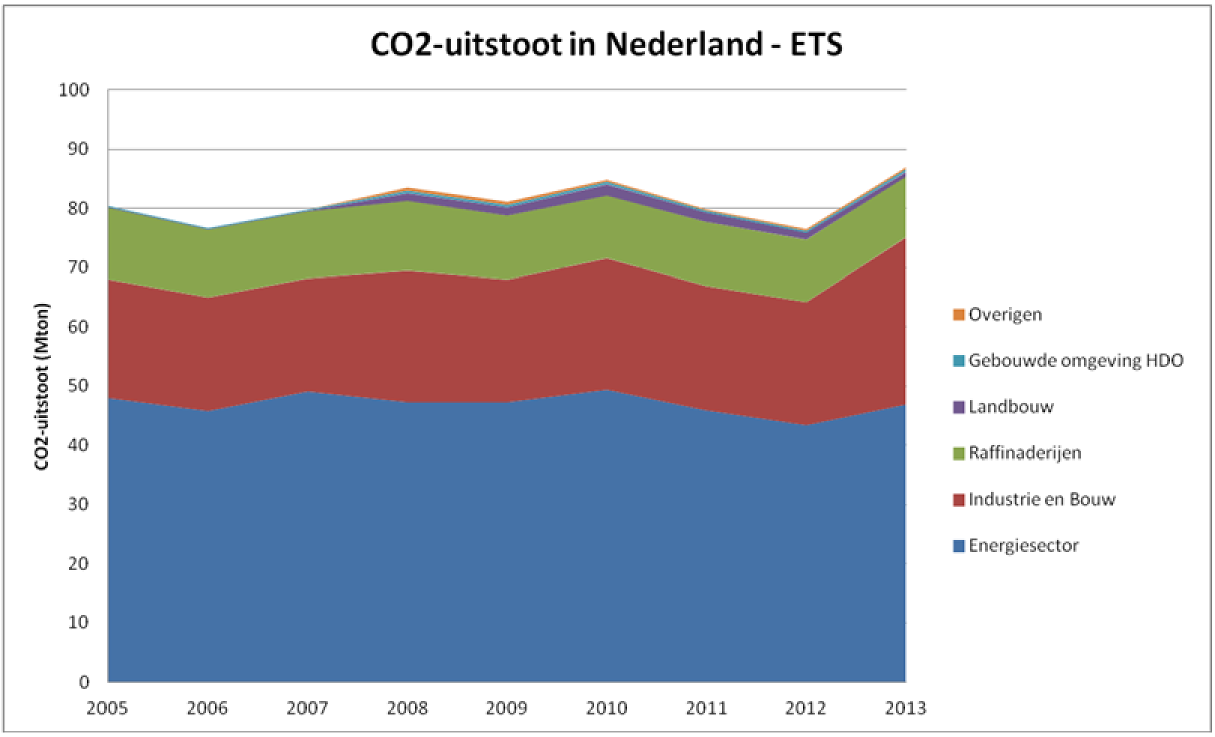
Bron: Nederlandse Emissieautoriteit (NEA) www.emissieautoriteit.nl

Voor de Nederlandse sectoren die onder het ETS vallen is er geen nationaal CO_2-doel geformuleerd. Emissiereductie vindt bij de bedrijven in deze sectoren via het ETS plaats. Deze bedrijven (circa 450) veroorzaken samen ongeveer 45% van de CO_2-uitstoot in Nederland. Bedrijven onder het ETS zijn meestal grote, energie-intensieve bedrijven uit de elektriciteitssector, raffinage industrie, chemische industrie en metaalsector. In Nederland is een minderheid van de bedrijven (20%) binnen het ETS verantwoordelijk voor het grootste deel van de totale ETS-uitstoot (90%).[20]
In de Nederlandse ETS-sectoren wordt naar verwachting een reductie gerealiseerd van 2,4% in 2020 en 0% in 2030, op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid (ECN, PBL 2015). Deze raming hangt samen met de veronderstelling dat de elektriciteitsproductie in Nederland toeneemt vanwege een dalende import en een stijgende export. Omdat deze toename onder het emissieplafond van het ETS-systeem valt, vindt er per saldo in Europa geen toename van emissies plaats.

In figuur 2.4 is de ontwikkeling van de uitstoot van broeikasgassen in de verschillende Nederlands ETS-sectoren weergegeven van 2005 tot 2013. In 2012 nemen de emissies voor industrie & bouw toe. Dit komt doordat een aantal emissies en bedrijven uit de niet-ETS sector vanaf dat jaar zijn ondergebracht in de ETS-sector.

[20] Bron: Nederlandse emissieautoriteit.

Figuur 2.4 Broeikasgassen in Nederland voor de ETS-sector van 2005 tot 2013



Bron: ECN, PBL

De niet-ETS-sectoren

Op nationaal niveau heeft elke lidstaat een eigen landenspecifieke bindende reductiedoelstelling van broeikasgassen voor de sectoren buiten het emissiehandelsysteem ('niet-ETS sectoren'). Zowel op EU-niveau als op nationaal niveau wordt hiervoor beleid gemaakt. De EU heeft bijvoorbeeld diverse richtlijnen opgesteld, zoals CO_2-normen voor personenauto's en de F-gassen verordening.

De reductiedoelstelling voor broeikasgassen kan grotendeels door de lidstaten zelf ingevuld worden, waarbij kosteneffectiviteit, maatschappelijk draagvlak en andere overwegingen een rol kunnen spelen. In de kabinetsaanpak 'Klimaatbeleid op weg naar 2020 in Nederland' is deze doelstelling verder vertaald naar de sectoren verkeer en vervoer, gebouwde omgeving, land- en tuinbouw (CO_2 en niet CO_2), industrie en energie en overige sectoren (zie tabel 2.2).[21]

Onder de sector verkeer en vervoer gaat het vooral om het terugdringen van het gebruik van fossiele brandstoffen in alle transportmiddelen, dus zowel voertuigen als vaartuigen. De niet-ETS emissies voor de sector gebouwde omgeving hebben met name betrekking op het gasverbruik voor verwarming voor woningen en gebouwen. Wat betreft de sector land- en tuinbouw (CO_2) vormt de glastuinbouw de grootste bron van CO_2. Het gaat hier met name om de behoefte aan warmte, elektriciteit (onder meer voor licht) en CO_2. De broeikasgasemissies, niet zijnde CO_2, uit de landbouw zijn vooral gekoppeld aan de veestapel en het landgebruik. Het gaat hier dus met name om andere zogeheten "overige" broeikasgassen, zoals methaan en lachgas.
Binnen de sector industrie & energie vallen veel (kleinere) bedrijven die niet onder het ETS vallen en die hun eigen energie opwekken, bijvoorbeeld via Warmte- krachtkoppeling (WKK). In de meeste gevallen gaat het om gasgestookte installaties. Onder de overige sectoren komen de meeste emissies vrij bij de industrie en de verwerking van afval en afvalwater.

[21] Kamerstukken II 2011/12, 32 813, nr. 20.

Tabel 2.2 Sectorale emissieplafonds niet-ETS inclusief raming voor 2020 t.o.v. 1990

Sector	Geprojecteerde emissies (Mton)	Sectoraal emissieplafond[22] (Mton)
	Met vastgesteld en voorgenomen beleid	
CO_2 industrie en energie	7,2	11
CO_2 verkeer en vervoer	34,5	36
CO_2 gebouwde omgeving	23,9	22,5
CO_2 land- en tuinbouw	6,0	6
Niet-CO_2 landbouw	18,8	16
Niet-CO_2 overige sectoren	9,5	9

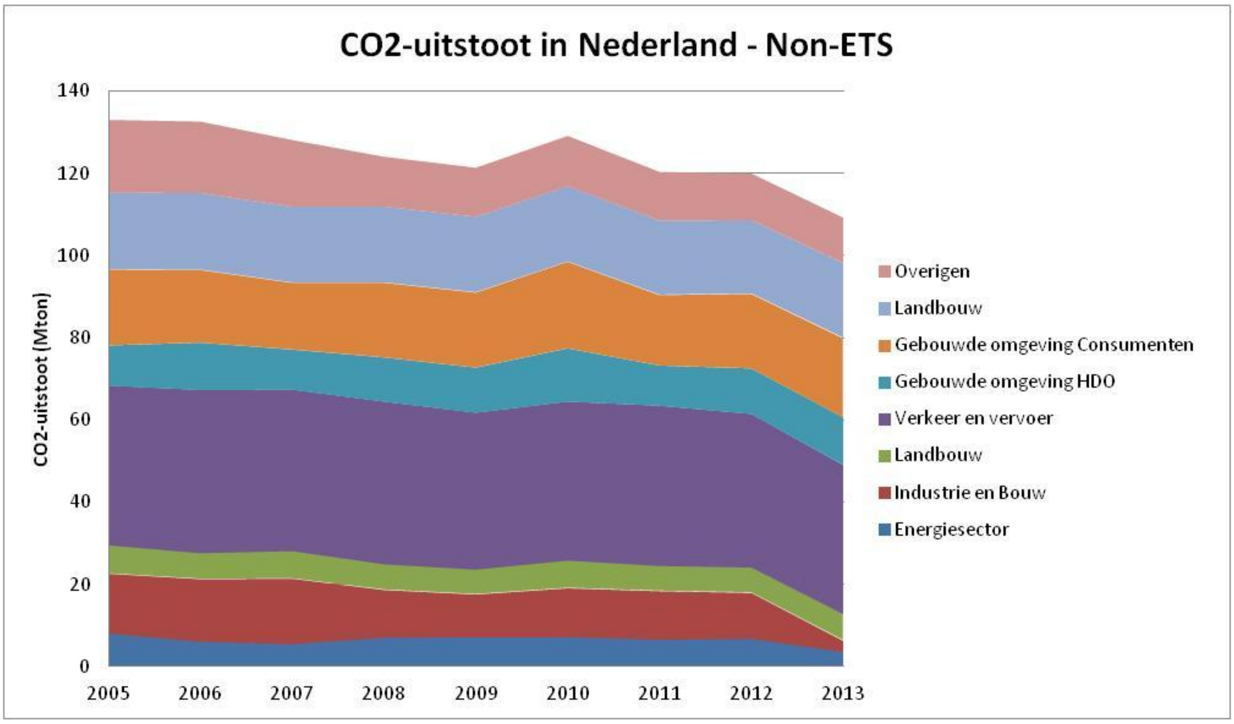
Bron: ECN, PBL (2015), Nationale Energieverkenning 2015, blz. 100 www.pbl.nl, cijfers op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid

Nederland is tot nu toe goed op weg om het niet-ETS doel voor 2020 te halen. Volgens de NEV 2015 dalen de emissies in de niet-ETS sectoren in 2020 met 25% t.o.v. 2005. Daarmee voldoet Nederland ruimschoots aan het vastgestelde doel van 16%. Het beeld wisselt echter per sector. De geprojecteerde emissies in 2020 voor industrie en energie, en voor verkeer en vervoer en voor CO_2 land- en tuinbouw blijven onder het plafond. De emissies voor de gebouwde omgeving, de niet CO_2 broeikasgassen in de landbouw en de overige sectoren overschrijden het plafond. Voor 2030 is het niet-ETS-doel nog niet bekend. Hier worden naar verwachting volgend jaar Europese afspraken over gemaakt. Volgens de NEV 2015 haalt Nederland met het vastgestelde en voorgenomen beleid een reductie van ruim 27% t.o.v. 2005 in 2030. Dat is dus minder dan de verwachting van een mogelijke taakstelling in de orde van 37 tot 38% reductie.

In figuur 2.5 is de ontwikkeling van broeikasgassen in Nederland voor de niet-ETS sectoren grafisch weergegeven van 2005 tot 2013. In 2012 nemen de emissies voor de niet-ETS sectoren vrij sterk af. Dit komt doordat een aantal emissies uit de niet-ETS sectoren vanaf dat jaar zijn ondergebracht in de ETS-sector.

[22] De sectorale emissieplafonds zijn bepaald op basis van de IPCC richtlijnen 1996 terwijl de geraamde emissies zijn gebaseerd op de IPCC 2006 richtlijnen.

Figuur 2.5 Broeikasgassen in Nederland voor de niet-ETS sector van 2005 tot 2013



Bron: ECN, PBL

Urgenda

Naast deze doelen speelt ook het vonnis van de rechter in de Urgenda-zaak.[23] Met dit vonnis heeft de rechtbank Den Haag aan de Staat een nationaal reductiedoel opgelegd van 25% reductie van de uitstoot van broeikasgassen in 2020 t.o.v. 1990. Tevens heeft de rechter in het vonnis uitgesproken dat dit doel op Nederlands grondgebied dient te worden gerealiseerd. Daarbij maakt het niet uit in welke sector (ETS of niet-ETS) de reductie plaatsvindt, noch is het van enig belang welke reductie-effecten optreden buiten de landsgrenzen. Het reductiedoel dat is opgelegd door de rechter, verschilt daarmee wezenlijk van de Europese doelstellingen. De staat is in hoger beroep gegaan tegen deze uitspraak. Het vonnis is uitvoerbaar bij voorraad verklaard. Dit betekent dat het vonnis van kracht blijft zolang dit vonnis in hoger beroep niet is vernietigd. Het kabinet heeft verklaard te beginnen met uitvoering van het vonnis.[24]

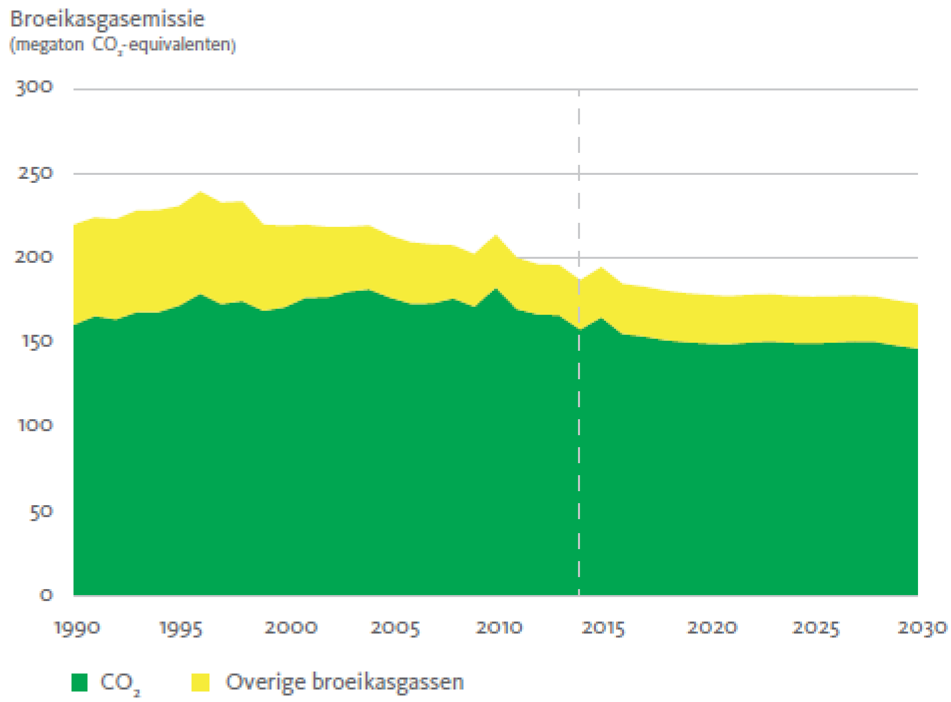
Met het huidige (vastgesteld en voorgenomen) beleid wordt naar verwachting in Nederland in totaal 19% reductie van broeikasgassen bereikt in 2020 en ruim 21% in 2030 (ECN, PBL 2015). Deze percentages zijn de Nederlandse bijdrage aan het totale, overkoepelende EU-doel van -20% in 2020 en ten minste -40% in 2030.

In figuur 2.6 is aangegeven wat de ontwikkeling is van de emissie van broeikasgassen in Nederland van 1990 tot 2030 op basis van vastgesteld en voorgenomen beleid. De daling van broeikasgassen is tot 2013 voornamelijk te danken aan de overige broeikasgassen; de CO_2-emissie was in 2013 nog iets hoger dan in 1990.

---

[23] Rb. 's-Gravenhage 24 juni 2015, ECLI:NL:RBDHA:2015:7145.
[24] Kamerstukken II 2014/15, 32 813, nr. 103.

Figuur 2.6 Ontwikkeling van de emissie van broeikasgassen van 1990 tot 2030



Bron: ECN, PBL (2015), Nationale Energieverkenning 2015

Overheidsinstrumenten die bijdragen aan CO_2-reductie in Nederland

De Nederlandse overheid heeft verschillende instrumenten die bijdragen aan de CO_2-reductie in Nederland. Deze hoeven niet direct gericht te zijn op CO_2-reductie, maar kunnen ook indirect zorgen voor CO_2-reductie, bijvoorbeeld via hernieuwbare energie en energiebesparing. Qua typen instrumenten kan men denken aan subsidies, verplichtingen, voorlichting, convenanten en belastingen gericht op hernieuwbare energie en energiebesparing. Hieronder een kort overzicht van enkele typen maatregelen binnen het huidige klimaatbeleid. In de bijlagen bij de Nationale Energieverkenning is een overzicht te vinden van Europese en nationale maatregelen die bijdragen aan CO_2-reductie in Nederland.

Subsidie: SDE+

De SDE+ is geïntroduceerd in 2011 en is een exploitatiesubsidie die de onrendabele top vergoedt voor projecten op het gebied van hernieuwbaar gas, hernieuwbare elektriciteit en duurzame warmte. Gedurende een kalenderjaar wordt de regeling meerdere malen opengesteld. In de eerste fase van openstelling van de SDE+ is het stimuleringsbedrag lager dan in latere fasen, maar de kans dat men subsidie verkrijgt is in de eerdere fasen groter aangezien in het begin meer budget beschikbaar is dan later in het jaar. Dit systeem creëert daardoor concurrentie tussen diverse hernieuwbare opties. Voor de stimulering van hernieuwbare energie lopen de jaarlijkse budgetten telkens op om daardoor in 2020 een belangrijke impuls te kunnen leveren aan het Europese doel van 14% hernieuwbare energie. De opslag duurzame energie (ODE) is een opslag op het energieverbruik en dient ex ante ter financiering van de uitgaven van de stimulering duurzame energie (SDE+). Overigens ziet de SDE+ zowel op ETS-sectoren als op niet-ETS sectoren.

Verplichtende maatregelen: Wet milieubeheer

Een voorbeeld van een maatregel die uitgaat van verplichtingen is de wet Milieubeheer (wMb). Onder de wMb zijn bedrijven verplicht om energiebesparingsmaatregelen met een terugverdientijd tot 5 jaar te nemen. In het energieakkoord zijn afspraken gemaakt om de handhaving van de wMb te verscherpen. De wet Milieubeheer richt zich qua energiegebruik op middelgrote bedrijven in de dienstensectoren en de industrie. Als onderdeel van de verscherpte handhaving worden bedrijven

periodiek - eens per vier jaar - bezocht door het bevoegd gezag (de regionale uitvoeringsdiensten), en wordt geïnventariseerd welke maatregelen genomen moeten worden. Dit gebeurt aan de hand van sectorspecifieke maatregellijsten. De maatregellijsten specificeren ook onder welke randvoorwaarden een maatregel geacht wordt rendabel te zijn. Het bevoegd gezag geeft aanwijzingen omtrent de te nemen maatregelen; bij het in gebreke blijven van het betreffende bedrijf kan een sanctie worden opgelegd.

Voorlichtings- en bewustwordingsinstrumenten: Energiebesparing in de gebouwde omgeving
Om het belang en de mogelijkheden van energiebesparing helder te maken wordt in de gebouwde omgeving ingezet op voorlichting- en bewustwordingsinstrumenten. Zo heeft de overheid bijvoorbeeld aan alle eigenaar-bewoners in 2015 een voorlopig energielabel verstuurd, dat via een webtool omgezet kan worden in een definitief energielabel. Dit energielabel dient bij verkoop zichtbaar gemaakt te worden en maakt de energetische kwaliteit van woningen voor eigenaren en potentiële kopers transparant. Een ander belangrijk bewustwordingsinstrument betreffen slimme meters die het mogelijk maken om gebouwgebruikers via digitale tools beter te informeren over energieverbruik en energieopwekking achter de meter. Netbeheerders dienen de slimme meters in 2020 grootschalig bij huishoudens te hebben uitgerold.

Belastingen
De belastingen zijn primair gericht op het generen van solide inkomsten ter financiering van de overheidsuitgaven en zijn geen onderdeel van het klimaatbeleid. Belastingen hebben soms ook niet-fiscale nevendoelen, bijvoorbeeld inkomstenherverdeling of het internaliseren van externe kosten zoals milieuschade. Nederland kent in vergelijking met EU- en OESO-lidstaten een van de hoogste aandelen milieubelastingen t.o.v. BBP.[25] Het beginsel waar milieubelastingen op zijn gestoeld, is het principe 'de vervuiler betaalt'. De reductie van CO_2-uitstoot kan een neveneffect zijn van belastingen. Daarbij kan onderscheid worden gemaakt tussen fiscale maatregelen die milieuvervuiling belasten en regelingen die een fiscaal voordeel geven aan milieuvriendelijk gedrag. De belastingen die een effect kunnen hebben op CO_2-uitstoot, bijvoorbeeld middels energiebesparing, zijn met name de energiebelasting, accijnzen op benzine, diesel en LPG, de kolenbelasting en de diverse autobelastingen. Deze bovenstaande belastingen werken kostprijsverhogend waardoor het gebruik van fossiele brandstoffen duurder wordt. Hoewel deze belastingen als doel hebben opbrengst te genereren, hebben zij ook als neveneffect dat de eindgebruiker energie gaat besparen. Immers de terugverdientijd van investeringen in energiebesparing wordt kleiner als de kostprijs voor energie toeneemt. Binnen de milieubelastingen zijn er ook fiscale faciliteiten zoals vrijstellingen of tariefsvoordelen.[26] In sommige gevallen is bij het gebruik van fiscale faciliteiten sprake van een spanningsveld tussen de opbrengst en het milieueffect. Wanneer de gedragsbeïnvloeding door belastingsinstrumenten succesvoller is, treedt sneller grondslagerosie op. Een voorbeeld hiervan is de fiscale stimulering van zuinige auto's. Door de gekozen vormgeving heeft deze geleid tot meer zuinige auto's in het wagenpark, maar tegelijkertijd tot een hoge derving van de belastinginkomsten.

2.2. Nevendoelen

Naast de reductiedoelen voor broeikasgassen die hiervoor zijn besproken, is in Europees verband ook een aantal doelen afgesproken die zien op een energietransitie. Deze doelen hebben ook een effect op het reduceren van CO_2-uitstoot.

Hernieuwbare energie

Lidstaten hebben voor 2020 een bindend doel van 20% hernieuwbare energie voor de EU als geheel afgesproken. Dit EU-doel is per lidstaat doorvertaald naar bindende nationale doelen.[27] Voor Nederland is dit bindende doel vastgesteld op 14% hernieuwbare energie in 2020. Conform de laatste inzichten van het Centraal Bureau voor de Statistiek bedroeg het aandeel hernieuwbare energie in 2014 5,5%.

[25] OECD Database on instruments used for environmental policy, 2015.
[26] Per 1 januari 2016 is de vrijstelling van kolenbelasting voor kolen die gebruikt worden voor elektriciteitsproductie opnieuw ingevoerd.
[27] Conclusies Europese Raad van maart 2007. Dit doel is vastgelegd in de Richtlijn Hernieuwbare Energie van april 2009.

De Europese Raad van oktober 2014 heeft zich voor 2030 vastgelegd op een doel voor hernieuwbare energie voor EU als geheel van ten minste 27%. In tegenstelling tot de afspraak voor 2020 is alleen het collectieve EU-doel bindend. Dit doel is afgeleid van het reductiedoel voor broeikasgassen van 40% en wordt naar verwachting gerealiseerd dankzij het energie- en klimaatbeleid van de lidstaten. De Europese Commissie komt nog met voorstellen over het ‘governance regime’, de wijze waarop de nationale inspanningen zullen moeten leiden tot het totale doel van de Europese Unie. Voor 2050 is geen doel voor hernieuwbare energie vastgelegd. Volgens de NEV 2015 haalt Nederland op basis van het vastgestelde en voorgenomen beleid in 2030 een aandeel hernieuwbare energie van 19% (onder de veronderstelling dat het SDE+-budget richting 2030 wordt doorgetrokken).

Nederland heeft naast de van EU-beleid afgeleide doelen ook doelen die voortkomen uit het Energieakkoord. De hoofddoelen van het Energieakkoord op het gebied van hernieuwbare energie zijn: 14% hernieuwbare energie in 2020 (overeenkomstig het afgeleide EU-doel) en 16% in 2023. Op basis van de feitelijke productie komt Nederland naar verwachting bij uitvoering van het vastgestelde en voorgenomen beleid op een hernieuwbare energieproductie van 12,4% in 2020 en 16,2% in 2023 (ECN, PBL 2015). De minister van Economische Zaken heeft aanvullend beleid aangekondigd om het doel van 14% hernieuwbare energie in 2020 alsnog binnen bereik te krijgen. In 2023 wordt naar verwachting voldaan aan het doel voor hernieuwbare energie zoals opgenomen in het Energieakkoord.

Energie-efficiëntie

Op het niveau van de EU is verder voor 2020 een verbetering van de energie-efficiëntie afgesproken van 20%.[28] Daarbij hanteert de Europese Commissie voor Nederland een cumulatief besparingsdoel van 482 PJ in de periode 2014-2020. Naar verwachting zal de cumulatieve besparing in 2020 540 PJ bedragen. Nederland voldoet derhalve ruimschoots aan het Europese energie-efficiencydoel voor 2020.

Voor 2030 is op EU-niveau een indicatief streefcijfer van ten minste 27% vastgelegd voor de verbetering van de energie-efficiëntie in 2030, ten opzichte van een raming van het energieverbruik uit 2007. De Europese Commissie zal bezien of voor energiebesparing een streefcijfer van 30% in plaats van 27% in 2030 alsnog als referentiepunt kan dienen. Net als bij hernieuwbare energie wordt dit streefcijfer niet omgezet in nationaal bindende streefcijfers.

Naast de bovenstaande Europese doelen is in het Energieakkoord afgesproken om 1,5% gemiddeld per jaar te besparen en om 100 PJ energiebesparing in 2020 te realiseren en 35 PJ in 2016.[29] Op basis van de NEV 2015 is de verwachting dat Nederland bij vastgesteld en voorgenomen beleid 1,5% energie per jaar zal besparen van 2013 tot 2020. Het andere besparingsdoel is volgens de NEV 2015 momenteel buiten bereik: van de beoogde 100 PJ wordt in het vastgestelde plus voorgenomen beleid 55 PJ behaald. De Borgingscommissie van het Energieakkoord heeft onlangs aanvullende maatregelen geformuleerd teneinde dit doel alsnog binnen bereik te krijgen.

[28] Conclusies Europese Raad van maart 2007. Dit doel is vastgelegd in de Richtlijn Energie-efficiëntie, 2012/27/EU van 25 oktober 2012.
[29] T.o.v. de referentieraming 2012 van ECN/PBL.

Hoofdstuk 3. De technologische langetermijnopgave

Hoofdstuk 3 beschrijft de technologische opgave voor Nederland op de lange termijn. Aan de hand van bestaande doelstellingen wordt in paragraaf 3.1 het daarbij horende tempo van reductie van broeikasgassen beschreven. Vervolgens wordt in paragraag 3.2 ingegaan op de voor Nederland essentiële bouwstenen die horen bij een dergelijke transitie naar een economie met een lage CO_2-uitstoot.

3.1 Het tempo van reductie van broeikasgassen

Nederland heeft zich als een van de partijen onder het internationale klimaatverdrag van Parijs verbonden aan het doel de opwarming van de aarde te beperken tot ruim onder 2 graden Celsius, waarbij het streven is om de opwarming wereldwijd te beperken tot 1,5 graad Celsius. In Europees verband (bijv. in de Europese Raad van najaar 2009) heeft Nederland zich eraan gecommitteerd om binnen de EU in 2050 80-95% reductie van broeikasgassen te realiseren t.o.v. 1990 gebaseerd op de pre Parijs 2-gradendoelstelling. Dit is geen geringe opgave en dwingt tot forse inzet in diverse sectoren.

In EU-verband is een Routekaart ontwikkeld gebaseerd op de pre Parijs 2-gradendoelstelling met een vertaling naar sectoren (Europese Commissie 2011). Voor Nederland is het traject beschreven in de Klimaatbrief 2050 (MinIenM, MinEZ 2011) en onlangs in het advies van de Raad voor de leefomgeving en infrastructuur (RLI 2015) dat input leverde voor het Energierapport van het Ministerie van Economische Zaken (EZ 2016). De RLI richtte zich daarbij op vier functies binnen het energiesysteem die elk een eigen tempo en mogelijkheden voor een transitie kent. De onlangs verschenen studie Welvaart en Leefomgeving van PBL en CPB illustreerde daarnaast de opgave met enkele getallen (PBL, CPB 2015). In de periode 1990-2013 realiseerde Nederland een jaarlijkse afname van de intensiteit van het energiesysteem van 0,8% per jaar. In een scenario waarin in 2050 een reductie van de broeikasgasemissies met 65% wordt gerealiseerd (dus veel minder dan de Europese ambitie) moet de jaarlijkse afname versnellen naar 2,3% per jaar. Het scenario waarin 80% gereduceerd wordt is een adequate bijdrage aan het realiseren van een mondiale temperatuurstijging van 2 graden. Dit zou een jaarlijkse afname naar 3,5% betekenen indien wordt ingezet op een energiesysteem met grootschalige aanpak zoals CCS en wind op zee. Indien de nadruk meer op een decentrale aanpak en nog meer besparing zou liggen zout dit zelfs 4,1% per jaar moeten zijn. Het tempo moet dus een factor 4 tot 5 omhoog om de bovenstaande ambities te halen. Hoe langer daarmee gewacht wordt, hoe lastiger deze opgave en duurder de uiteindelijke aanpak zal zijn.

3.2 De bouwstenen voor de transitie in Nederland

In verschillende nationale en internationale studies wordt ingegaan op het technologische traject dat tussen nu en 2050 doorlopen moet worden om op een substantiële reductie van broeikasgassen uit te komen. Voor een reductie van 80-95% zijn systeemveranderingen noodzakelijk waarvoor de gangbare technieken niet toereikend zijn en waarvoor nieuwe technieken (verder) ontwikkeld moeten worden. Door de afspraken in Parijs zal de vraag naar de inzet van nieuwe en sneller reducerende technieken van broeikasgasemissies nog verder toenemen.

Meer nog dan nu het geval is zullen vele verschillende partijen bij de transitie een rol moeten spelen, omdat het veranderproces in toenemende mate bottom up zal gaan plaatsvinden. Een voorbeeld is de ontwikkeling en toepassing van alternatieven voor de benzineauto zoals waterstofauto's, auto's die op biobrandstoffen rijden en de elektrische auto. Dit is niet alleen een opgave voor de autobranche, maar ook voor andere actoren. Zo is bijvoorbeeld voor de elektrische auto een geheel nieuwe productieketen voor batterijen en elektromotoren noodzakelijk (hoewel die niet per se in Nederland hoeft te staan). Ook is er een landelijk dekkende infrastructuur voor het opladen nodig, inclusief de daarbij passende oplossing van de ruimtelijke inpassing in met name steden. Ten slotte moet ook de elektriciteitsvoorziening leveringszekerheid kunnen blijven bieden, ook wanneer geheel nieuwe productie- en afnamepatronen ontstaan. Nieuwe systemen zijn nodig, waarin sommige actoren een andere rol spelen dan in het huidige systeem. Er zullen nieuwe afhankelijkheden komen, nieuwe markten en daarmee ook nieuwe kansen. (PBL, ECN 2013)

De belangrijkste technologische bouwstenen voor de transitie naar een economie met een lage uitstoot van broeikasgassen in Nederland in 2050 staan in tabel 3.1. Dit zijn o.a. vermindering van de energievraag (bijv. door isolatie en zuinige apparaten en voertuigen), inzet van duurzame biomassa, afvang en opslag van CO_2 en elektriciteitsproductie zonder CO_2-emissies zoals wind, zon, kernenergie, in combinatie met een hoger aandeel elektriciteit in het energiegebruik, i.e. elektrificatie. Deze bouwstenen lijken robuust, zij komen in vele studies terug.

Als op een van deze bouwstenen niet wordt ingezet zal dat het uiterste vergen van de inzet van de andere technieken. Het is daarom van belang om alle mogelijke opties op een adequate wijze een plaats te geven in de totale mix van maatregelen die nodig is om de energietransitie richting 2050 te kunnen realiseren (PBL 2011).

Er zal daarbij ook in toenemende mate sprake zijn van keuze binnen en interactie tussen onderdelen van deze bouwstenen: in welke sector wordt bijvoorbeeld biomassa ingezet? Is dat in de chemie of daarentegen ten behoeve van de productie van warmte of elektriciteit? Wordt in de gebouwde omgeving gestreefd naar volledige elektrificatie, verwarming via restwarmtestromen of verwarming via groen gas? Dergelijke keuzes hangen af van technische, economische en politieke overwegingen.

Tabel 3.1 - Bouwstenen van een koolstofarm energiesysteem met belangrijke vooral innovatieve technische opties van belang voor de lange termijn

Bouwsteen	**Toelichting**
Energiebesparing	Vergaand geïsoleerde gebouwen en energieneutrale huizen in de gebouwde omgeving; nieuwe processen in de industrie.
Koolstofarme elektriciteit	Windmolens, zonnepanelen, kernenergie, waterkracht in verschillende vormen, balancering met smart grids en Europees supergrid, opslag over de seizoenen (bijv. power-to-gas).
Elektrificatie	Transport en verwarming op elektriciteit, of op waterstof die geproduceerd is met elektriciteit: elektrische warmtepompen, elektrische voertuigen of voertuigen op waterstof.
Biomassa	Vergassing, geavanceerde fermentatie en vergisting (en combinaties van genoemde technieken) met vervolgstappen voor productie van vloeibare transportbrandstoffen, groen gas, chemicaliën.
CO2-afvang en -opslag (CCS) of -hergebruik	CCS-toepassing bij grote puntbronnen: centrales en grote bedrijven (ook bij nieuwe installaties voor biomassaverwerking); hergebruik CO2, bijvoorbeeld in power-to-methane/methanol.
Decentrale warmte	Benutten industriële restwarmte, warmte uit bodem en buitenlucht (in combinatie met warmtepompen).
Overige procesemissies	Vermindering procesemissies (CO_2 en niet CO_2-broeikasgassen) uit de landbouw en de industrie.

Bron (PBL, ECN 2013)

Het is verder mogelijk dat er in de toekomst nieuwe bouwstenen opkomen die nu nog onbekend zijn. Zo zou een (tijdige) doorbraak in kernfusie, getijdenenergie, of een doorbraak op het terrein van batterijtechnologie de gehele energietransitie zoals wij die nu voor ons zien een ander gezicht geven. Ook de optie van biomassa plus CCS (bCCS), die voor *negatieve* emissies kan zorgen, kan daarbij van belang zijn: het toepassen van deze optie geeft ruimte voor (geringe) positieve emissies waarvan de laatste reductie duurder zou zijn dan die van toepassing van bCCS. Omdat het doorgaans decennia duurt voordat echt nieuwe opties enig marktaandeel krijgen, ligt het niet voor de hand dat deze nieuwe bouwstenen vóór 2030-2035 een zichtbare omvang zullen hebben. Ten slotte kan de uitstoot ook omlaag gebracht worden door gedragsaanpassingen: bijv. andere eetpatronen met minder (rood) vlees, reispatronen met minder woon-werkverkeer en telewerken.

Hoofdstuk 4. De vormgeving van klimaatbeleid

Hoofdstuk 4 gaat in op de optimale vormgeving van klimaatbeleid, en trekt hier lessen uit die relevant zijn voor de bevindingen in hoofdstuk 6. Paragraaf 4.1 gaat in op de vraag wanneer de overheid gerechtvaardigd is om in te grijpen met het oog op het klimaat. Paragrafen 4.2, 4.3 en 4.4 gaan in op drie specifieke uitdagingen bij het maken van klimaatbeleid: het bepalen op welke technieken ingezet moet worden, de selectie van doelen voor het klimaatbeleid, en het bewaren van de consistentie van overheidsbeleid door de tijd heen.

4.1 Wanneer is ingrijpen als overheid gelegitimeerd?

De economische theorie geeft aan dat overheidsinterventie gelegitimeerd is wanneer daarmee een marktfalen wordt opgelost. Het oplossen van marktfalen leidt tot hogere maatschappelijke welvaart. De belangrijkste vormen van marktfalen die het klimaatbeleid tracht op te lossen zijn:

a) De klimaatexternaliteit - het ontstaan van een negatieve externaliteit in de vorm van klimaatverandering als gevolg van de uitstoot van broeikasgassen bij o.a. productie van goederen;
b) De kennisexternaliteit - het feit dat bedrijven minder aan klimaatinnovatie doen dan optimaal is vanuit het oogpunt van de samenleving omdat zij niet volledig de vruchten plukken van deze positieve kennisexternaliteit;
c) Netwerkexternaliteiten en lock-in bij energie-infrastructuur.

Deze worden hierna besproken. Bij het maken van beleid dient overigens nog met enkele andere vormen van marktfalen rekening gehouden te worden die hier nu niet in detail worden besproken. [30]

a) De klimaatexternaliteit

Internationaal is men het er over eens dat het effect van de uitstoot van broeikasgassen op het klimaat een negatieve externaliteit, en daarmee een marktfalen, vormt die ingrijpen van de overheid rechtvaardigt. De markt lost het klimaatprobleem niet automatisch zelf op. Om dit soort negatieve externaliteiten tegen te gaan, moeten de daarmee gepaard gaande kosten worden geïnternaliseerd.

Een manier om dit te doen, is door de externaliteit te beprijzen. Er wordt dan een prijs aan de uitstoot van broeikasgassen verbonden gelijk aan de maatschappelijke kosten die de uitstoot

---

[30] Dit wordt bijvoorbeeld zichtbaar bij energiebesparingopties. Er zijn technische opties voor CO_2-reductie beschikbaar die economisch rendabel lijken om toe te passen, maar toch niet gerealiseerd worden. Er zijn verschillende vormen van marktfalen denkbaar:

- *Een hoge private discontovoet (consumer myopia)*: Hier gaat het bijvoorbeeld om opties waarbij de baten alleen vanuit maatschappelijk oogpunt (met een maatschappelijke discontovoet) opwegen tegen de kosten, maar voor de gebruiker niet, bijvoorbeeld omdat deze voor zichzelf een hogere discontovoet hanteert (de private discontovoet): een gebruiker wil de kosten van de reductieoptie sneller terugverdienen dan vanuit maatschappelijk oogpunt optimaal is. Uiteraard leidt dit tot een lagere CO_2-reductie dan maatschappijbreed wenselijk.
- *Split incentives*: Ook kan het zijn dat de kosten en de baten van de maatregel bij verschillende partijen terecht komen, zodat er geen prikkel is bij de partij die de kosten moet maken om de maatregel toe te passen. Een verhuurder profiteert bijvoorbeeld niet mee van besparingsopties die de huurder geld opleveren.
- *Verborgen kosten*: Sommige opties *lijken* alleen maar maatschappelijk rendabel, maar kennen voor de private partij verborgen kosten. Deze kosten kunnen ook niet-monetair zijn, bijvoorbeeld de overlast en tijd die nodig is om keuzes te maken dat een verbouwing van een huis met zich meebrengt wordt niet meegenomen in de sommen.
- *Informatieasymmetrie*: De eindgebruiker weet eigenlijk niet hoeveel kosten hij kan besparen door bepaalde maatregelen toe te passen.

Om een goed instrument te kiezen is het dus van belang de verschillende kosten en baten, inclusief welvaartsverliezen, bij de verschillende partijen goed in beeld te hebben. Mogelijke inefficiënties als gevolg van marktfalens kunnen dan opgelost worden wanneer dit mogelijk is tegen acceptabele kosten.

veroorzaakt. Er kan daarbij door overheden gebruik worden gemaakt van heffingen, een emissiehandelssysteem of normering en verplichtingen.

Het is lastig om vast te stellen wat precíes de maatschappelijke kosten zijn van deze emissies, en daarmee hoe hoog de emissieprijs zou moeten zijn (PBL 2014). Daarom is internationaal (UN IPCC 2014) en in EU-verband gekozen voor het sturen op kwantiteit, op een reductiedoel waarbij de wereldwijde risico's van klimaatverandering binnen een verantwoorde bandbreedte blijven. De EU doet dit vooral met het ETS, dat hieronder wordt beschreven. De rest van de emissies binnen de EU wordt geadresseerd met het beleid op de niet-ETS-sectoren.

Het EU-Emissiehandelssysteem (het ETS)

De EU heeft ervoor gekozen om de maximale EU-brede emissies geleidelijk te beperken met het ETS. Dit systeem zorgt in beginsel, voor de emissies die onder het ETS vallen, voor een zekere en kosteneffectieve transitie naar het emissiedoel in 2050.

De keuze voor een emissiehandelssysteem betekent dat binnen de EU de emissieruimte onder een jaarlijks dalende 'cap' is vastgelegd. Deze cap bepaalt de emissieruimte voor de ETS-sectoren voor de periode tot in ieder geval 2030. Een effectieve manier om de uitstoot te verlagen is dus het verlagen van de cap.

Door onderlinge handel in emissierechten komt de ETS-prijs (CO_2-prijs) tot stand. Welke prijs er voor een emissierecht (1 ton CO_2) betaald zal worden, staat dus niet vast. De prijs fluctueert op basis van de huidige en toekomstige verhouding tussen vraag en aanbod. Wat ook niet vastligt, is in welke landen en welke sectoren de reducties plaatsvinden.

De verwachte toenemende schaarste aan emissierechten – en daarmee samenhangend een oplopende CO_2-prijs – zorgt voor prikkels in de markt voor innovatie en investeringen in duurzame technologie.[31] Doordat het ETS-systeem een EU-breed systeem is, zorgt het binnen Europa voor een gelijk speelveld en een gelijke CO_2-prijs, voor grote industriële bedrijven en de energiebedrijven.

Hoewel het ETS stuurt op de hoeveelheid rechten over een lange periode en niet op de prijs, is de afgelopen jaren toch regelmatig de aandacht gevestigd op de lage prijs van emissierechten. De prijs van emissierechten wordt voornamelijk beïnvloed door: a) de conjunctuur en grondstofprijzen; b) de verwerving van emissierechten door bedrijven van buiten het ETS; c) (klimaat)beleid in lidstaten met invloed op de ETS-sectoren; en d) de ontwikkeling van de techniek[32]. De prijs van emissierechten onder het EU ETS ligt momenteel onder de 10 euro. Dit nadat in de afgelopen jaren een niveau van minder dan 3 euro was bereikt. Deze prijs van onder de 10 euro is niet in lijn met het in 2008 verwachte niveau van 30 euro in 2020. Het achterblijven van de CO_2-prijs is het gevolg van een overschot van ruim 2 miljard emissierechten op de markt (in 2014). Dit overschot werd met name veroorzaakt doordat de uitstoot van CO_2 in de jaren van de crisis veel lager was dan voorzien en het grootschalig gebruik van emissiecredits van buiten het ETS (Certified Emission Reductions en Emission Reduction Units). Ook ander beleid van de EU en van lidstaten gericht op de ETS-sectoren, waaronder de stimulering van hernieuwbare energie heeft bijgedragen aan het overschot aan CO_2-rechten. Het overschot aan CO_2-rechten staat in elk geval op korte termijn een krachtig prijssignaal in de weg om investeringen in reductiemaatregelen uit te lokken EEA (2015).

Aangezien het overschot aan CO_2-rechten naar verwachting ook richting 2020 niet significant lijkt te dalen, zijn er in EU-verband maatregelen genomen. Zo zijn er 900 miljoen emissierechten tijdelijk opzij gezet door ze niet te veilen. Daarnaast is afgesproken dat er een Marktstabiliteitsreserve (MSR) komt, waardoor minder rechten geveild worden wanneer er een overvloed aan rechten dreigt (PBL, NEa 2015). De eerder opzij gezette rechten worden ook in de MSR opgenomen. Door de MSR wordt het waterbedeffect gedempt doordat de beschikbare rechten als gevolg van extra emissiereducties niet onmiddellijk op de markt komen. Om te voldoen aan het

[31] http://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050/faq_en.htm
[32] Zie Europese Commissie (2015), p19

Europese ETS-doel van 43% emissiereductie ten opzichte van 2005 wordt de gemeenschappelijke maximale uitstoot voor de EU (de 'cap') vanaf 2020 met 2,2% per jaar verlaagd in plaats van de huidige 1,74%. Ook dit zal bijdragen aan het terugdringen van het overschot aan emissierechten. Hoewel al deze maatregelen bijdragen aan een meer stabiele ETS-markt zal er in 2030 naar verwachting nog steeds een overschot aan rechten zijn. In de NEV 2015 wordt geraamd dat met de genoemde afspraken de prijs van emissierechten zal stijgen naar circa 11 euro in 2020 en 20 euro per ton CO_2 in 2030. Zonder aanscherping zou dat circa 8 respectievelijk 15 euro per ton CO_2 zijn.

Er zijn twee manieren om tegen deze lage prijs aan te kijken:

A. Het ETS stuurt op de hoeveelheid rechten, niet op de prijs. Dat er een lagere prijs tot stand komt als gevolg van een lagere vraag wordt niet als probleem beschouwd. In principe zal de geplande afname van het aantal rechten leiden tot exact de geplande afname van de uitstoot, iets wat tot nu toe ook het geval is gebleken. De prijs biedt op dit moment wellicht minder prikkels voor innovatie en emissiereductie op de korte termijn. Op de lange termijn zal de prijs naar verwachting echter gaan stijgen mede als gevolg van de getroffen extra maatregelen.
B. Het is richting de forse ambities in 2050 mogelijk een probleem dat – als de lage prijs ook na de huidige ETS-periode t/m 2020 aanhoudt – deze lage prijs minder prikkels biedt voor de inzet van emissiereducerende maatregelen en de ontwikkeling van innovatieve reductiemaatregelen. Dit vergroot de kans op lock-in in minder schone technieken omdat het financieel onaantrekkelijk is om in emissiereducerende maatregelen te investeren. Daardoor wordt het moeilijker en kostbaarder om na 2030 de volgende stappen in het klimaatbeleid te zetten doordat bepaalde technieken niet voorhanden zijn. Dit terwijl deze technieken wel nodig zijn om de uiteindelijk forse benodigde emissiereducties te realiseren.

Naast de discussie over de lage prijs heeft het ETS twee specifieke gevolgen voor beleid die nadere toelichting behoeven:

Het waterbedeffect
Wanneer nieuw beleid (naast het ETS zelf) ervoor zorgt dat in een bepaalde lidstaat in de ETS-sectoren minder wordt uitgestoten, dan biedt dat ruimte voor meer uitstoot binnen het ETS later of op een andere plaats in de EU (CPB 2013). Dit werkt als volgt: de daling van de uitstoot in de ETS-sectoren van een lidstaat, leidt tot een daling van de vraag naar emissierechten op de Europese ETS-markt, en daarmee tot een daling van de prijs van emissierechten. Dit maakt het ergens anders in de EU minder rendabel om emissiereducerende maatregelen te treffen. Het beperken van de uitstoot op één locatie biedt binnen dezelfde handelsperiode ruimte om elders meer uit te stoten. Een voorbeeld hiervan is de vermindering van CO_2-uitstoot als gevolg van beleid gericht op het stimuleren van hernieuwbare energieproductie. De meeste hernieuwbare opgewekte energie wordt gerealiseerd door de elektriciteitssector die onder het ETS valt. Doordat de kosten van de overgang naar hernieuwbare energieproductie hoger liggen dan de ETS-prijs zou deze overgang zonder het beleid niet hebben plaatsgevonden. Het waterbedeffect geldt uiteraard niet alleen voor het beleid gericht op hernieuwbaar energiebeleid maar voor al het beleid dat leidt tot een vermindering van de uitstoot in de ETS-sectoren. Het bestaan van een waterbedeffect is een bekend fenomeen in emissiehandelssystemen (UN IPCC 2014, p30).

Carbon Leakage
Koolstoflekkage (carbon leakage) ontstaat indien als gevolg van het Europese klimaatbeleid de productie en daarbij behorende CO_2-uitstoot zich verplaatst naar buiten de EU. Dit kan gebeuren doordat Europese bedrijven door het Europese klimaatbeleid hogere kosten moeten maken dan hun concurrenten van buiten de EU waardoor zij minder goed met hen kunnen concurreren. Productie en investeringen verplaatsen zich naar buiten de EU en resulteert buiten de EU in hogere CO_2-uitstoot terwijl de uitstoot binnen de EU als gevolg van de vastgelegde emissieplafonds over de totale periode niet zal dalen. In het ETS wordt koolstoflekkage tegengegaan door het gratis toewijzen van een bepaalde hoeveelheid emissierechten aan bedrijven met een groot risico op koolstoflekkage.

LES 1 –Zorg voor een adequate beprijzing van $CO_{2\text{-eq}}$

- De reductie van broeikasgassen is een mondiale uitdaging. Daarom zijn, vanuit doelbereik en kosteneffectiviteit, internationale afspraken en instrumenten van groot belang. Binnen Europa is het ETS-systeem opgericht. In principe zou de huidige lage prijs van een emissierecht onder het ETS geen probleem hoeven te zijn indien men erop vertrouwt dat de geplande afname van het aantal rechten leidt tot de geplande afname van emissies.
- Indien men hier echter risico's ziet, zoals het ontbreken van prikkels voor investeringen in CO_2-reductie en innovatie, dan zijn er meerdere opties om naar een betere beprijzing te streven.
- Bijvoorbeeld het sneller laten dalen van het plafond, het overschot van emissierechten uit de markt halen en het opkopen van rechten.
- Indien actie in EU-verband niet afdoende is, kan echter ook de beslissing genomen worden om beprijzing aanvullend nationaal te regelen.
- Aanvullend beleid in de Nederlandse ETS-sectoren kan dan eventueel worden geïntroduceerd met het oog op de langetermijntransitie en om lock-in in vervuilende technologie te voorkomen. Dit aanvullende beleid leidt tot een CO_2-reductie binnen Nederland. Een zekere CO_2-reductie EU-breed kan alleen worden bereikt door gelijktijdig met het aanvullende beleid emissierechten uit de markt te halen. De kosten voor dit 'dubbele beleid' zijn uiteraard hoger.

b) De kennisexternaliteit - te weinig onderzoek en innovatie bij bedrijven

Bij klimaatinnovatie bestaan twee vormen van marktfalen, die ertoe leiden dat er minder in innovatie wordt geïnvesteerd dan maatschappelijk wenselijk is (Jaffe et al. 2005, p164-174). Allereerst kan er te weinig in innovatie worden geïnvesteerd wanneer de vervuiler niet betaalt voor de negatieve externe effecten van CO_2-uitstoot. Dit probleem wordt geadresseerd met regulier klimaatbeleid (of dat nu middels normeringen is, verplichtingen, subsidie, een belasting of middels het ETS). Ten tweede speelt bij klimaatinnovatie - uiteraard - ook de 'klassieke' vorm van marktfalen die voor alle innovatie geldt: er is sprake van een positieve kennisexternaliteit die niet wordt geïnternaliseerd door bedrijven. Bedrijven zijn geneigd tot 'onderproductie' van kennis en kennisuitwisseling ten opzichte van wat maatschappelijk wenselijk is, omdat ze de kosten ervan niet of onvolledig kunnen terugverdienen, terwijl deze activiteiten maatschappelijk gezien wel rendabel zijn. Er is een risico dat andere partijen gratis van hun kennis kunnen profiteren. Het kan gaan om kennis in de ontwikkeling (*learning by research*, R&D), bij het testen en uitproberen (*learning by doing*, prototypes) en bij het gebruik (*learning by using*, nichemarkten) van technieken. Om dit tweede marktfalen te adresseren wordt door veel landen al generiek onderzoeks- en innovatiebeleid gevoerd in verschillende stadia (R&D aan universiteiten, demonstratieprojecten, stimuleren nichemarkten).

De vraag is of dit genoeg is. Innovatie-inspanningen richten zich over het algemeen op de markt met de grootste commerciële basis, met als gevolg dat verbeteringen met name plaatsvinden in de doorontwikkeling van bestaande, relatief milieubelastende technologieën en niet in de meer vernieuwende schonere technieken. Dit wordt 'directed technological change' genoemd, of simpel; padafhankelijkheid (Acemoglu et al. 2009). Het speelt bijvoorbeeld bij voertuigen, waar in het algemeen (afgemeten aan het aantal verleende patenten) meer inspanning wordt gestoken in de verdere ontwikkeling van de benzine/dieselmotor en het schoner maken daarvan, dan in de ontwikkeling van radicale andere aandrijftechnologie zoals elektrische auto's en brandstofcellen (KiM 2013). Als gevolg van deze padafhankelijkheid is alleen generiek beleid niet genoeg (CPB 2010). In de fase waarin de afzetmarkt voor 'schone' technologieën nog onvoldoende is ontwikkeld om voor voldoende private baten te zorgen, zou de overheid idealiter gerichte innovatiesubsidies voor schone technologieën moeten verstrekken in plaats van alleen generieke innovatiesubsidies.

In welke fase stimuleren?

Hieraan verwant is de vraag wat de balans moet zijn tussen het stimuleren van innovatie bij uitrol (learning by doing en learning by using) versus het proces van fundamenteel en toegepast

onderzoek[33] dat leidt tot demonstratie (learning by research). De vraag is of er (deel) technologieën zijn waar de stand van het fundamenteel onderzoek in Nederland zo goed is dat wij (in internationaal) verband onderzoek kunnen doen dat de internationale kennisfrontier werkelijk zal verleggen en of schone technologie (bijv. batterijtechnologie en SMART-grids) voldoende tot uiting komt in het topsectorenbeleid. Recentelijk is geconstateerd dat uitrol wel een stimulans kan vormen, maar dat een combinatie van uitrol met fundamenteel onderzoek, doorontwikkeling en demonstratie het beste werkt, en dat er in Europa teveel aandacht uitgaat naar uitrol en te weinig naar fundamenteel onderzoek (Bruegel 2015). Tegelijk is dit niet verwonderlijk, aangezien voor 2020 en 2030 Europese doelen voor energie en klimaat zijn vastgesteld. Dat dwingt lidstaten om voorrang te geven aan uitrol teneinde de noodzakelijke meters te maken om aan deze doelen te kunnen voldoen. In het algemeen kan gesteld worden dat de balans veelal doorslaat naar uitrol in plaats van naar fundamenteel onderzoek en innovatie.

In een recente notitie van PBL staat dat de meest kritische fase in een innovatieproces de eerste toepassing (na R&D) is: de vallei des doods (PBL 2015). Technologie moet zich nog bewijzen, is nog niet concurrerend en heeft daarom ondersteuning nodig. De eerste toepassing is cruciaal voor het ontwikkelingsproces en de verdere verlaging van de prijs-prestatieverhouding, maar de extra kosten kunnen aanzienlijk zijn (voor R&D tientallen miljoenen euro's; voor de eerste toepassing honderden miljoenen tot miljarden). In de energietransitie bevinden vele technologieën zich in deze fase (PBL 2015).

Internationaal vs nationaal innovatiebeleid
Het doorlopen van leercurven is voor een belangrijk deel een internationaal proces. Daarom is het belangrijk om vanwege de schaalvoordelen aan te sluiten bij internationale initiatieven en in te zetten op EU-brede innovatieprojecten. Er is ook wel een case voor nationale stimulering, beloning, waardering van demonstratie en uitrol omdat inpassing in het energiesysteem en onderhoud van de techniek uiteindelijk ook in Nederland geleerd moet worden (learning by doing). Als te lang wordt gewacht met een bepaalde techniek, dan is die niet marktrijp om als noodzakelijke optie te kunnen dienen (denk aan elektrische infrastructuur voor auto's). Daarnaast versterkt nationaal innovatiebeleid het verdienvermogen van de Nederlandse economie. De innovatie toepassen en daarvan leren in de praktijk is onderdeel van het innovatiebeleid. Dit wordt thans in de praktijk gebracht bij wind op zeeprojecten. Een aanvullend *doel* puur gericht op uitrol is daarbij niet geschikt om innovatie te bevorderen (denk bijvoorbeeld aan bijstook van biomassa dat juist in mindere mate door innovaties wordt ingevuld).

LES 2 – Stimuleer klimaatinnovatie naast het klimaatbeleid en generieke innovatiebeleid

- Het gaat daarbij zowel om fundamenteel en toegepast onderzoek (learning by research) als om demonstratieprojecten en de nichefase van producten (learning by doing en learning by using). Het stimuleren van uitrol (door voortschrijdende normstelling of subsidies) helpt het innovatieproces ook, maar kan bij bijvoorbeeld grootschalige stimulering van relatief dure technieken ook ten koste gaan van andere, effectievere manieren om klimaatinnovatie te bewerkstelligen.
- Bij het vaststellen van welke technieken gestimuleerd moeten worden is het verstandig om aan te sluiten bij economische kansen voor Nederland en initiatieven in het buitenland vanwege schaalvoordelen die daardoor kunnen optreden.

[33] Het stimuleren van publiekprivate samenwerking gericht op toegepaste kennisontwikkeling ten aanzien van CO_2-reductie kan een manier zijn om systeem- en coördinatiefalen op te lossen.

c) Netwerkexternaliteiten en lock-in bij energie-infrastructuur

De netwerkexternaliteit

Door netwerkexternaliteiten is er sprake van een kip-ei probleem bij de aanleg van de benodigde infrastructuur voor klimaatvriendelijke technieken. Dit speelt bijvoorbeeld bij elektrische auto's en auto's die rijden op waterstof waarvoor een compleet nieuwe tank- of oplaadinfrastructuur nodig is. Investeerders in deze infrastructuur weten niet of ze hun investeringen terugverdienen en lopen een groot investeringsrisico, omdat er nog geen afnemers zijn. Zonder infrastructuur zijn consumenten op hun beurt niet geneigd om voertuigen aan te schaffen die van deze infrastructuur afhankelijk zijn. Vaak zijn er meerdere partijen in het spel die onderling van elkaar afhankelijk zijn; bijvoorbeeld bouwers van vulstations, leveranciers van laadapparatuur, aanleggers van buizen en kabels, en autofabrikanten. Partijen kunnen niet zonder elkaar, maar iedereen wacht op een ander om de eerste stap te zetten. Het risico is te groot voor individuele bedrijven. Voor zover er een coördinatieprobleem is kan de overheid hier inspringen. De overheid kan ook op andere manieren proberen om de aanleg van de benodigde netwerken te faciliteren. Of hier een financiële impuls vanuit de overheid op zijn plaats is moet per geval bekeken worden.

Lock-in

Met 'lock-in' worden de negatieve effecten bedoeld van ontstane padafhankelijkheid door bijvoorbeeld de keuze voor een bepaalde technologie of de aanleg van een bepaalde energie-infrastructuur. Energiecentrales die nu worden gebouwd gaan technisch vele decennia mee, huizen die nu worden neergezet staan er in 2050 ook nog, de infrastructuur gaat nog langer mee. De keuzes die daarin nu worden gemaakt bepalen wat later het meest rendabel is. Het kan bijvoorbeeld zijn dat geïnvesteerd wordt in een groengasnetwerk terwijl later blijkt dat de gebouwde omgeving naar volledig elektrisch gaat. Kiezen voor of het uitsluiten van een bepaalde technologie brengt dus risico's met zich mee. Mogelijkheden bieden aan meerdere technologieën brengt daarentegen extra kosten voor netaanleg – en -onderhoud met zich mee. Daarom is het van belang af te wegen of het maken van extra kosten nu mogelijk kan opwegen tegen de extra baten die flexibiliteit geeft. De manier waarop het beleid is ingericht, zoals de verhouding gas en elektriciteit in de energiebelasting, kan ook resulteren in een bepaalde padafhankelijkheid. Deze zijn in principe echter makkelijker te wijzigen.

LES 3 – Bevorder de aanleg van de benodigde infrastructuur voor klimaatvriendelijke technologie, voorkom hierbij lock-in

- Creëer positieve netwerkexternaliteiten voor klimaatvriendelijke technologie door de aanleg van de benodigde infrastructuur te faciliteren. Het gaat daarbij om bijvoorbeeld het bevorderen van de aanleg van nieuwe elektriciteitsnetten, netwerken voor alternatieve transportbrandstoffen, opslag van energie. Deze infrastructuur bepaalt uiteindelijk ook of hernieuwbaar echt kan groeien.
- Voorkom lock-in door adaptief beleid te voeren: bied de nodige zekerheid, maar volg de behoeften van de markt op de voet en spring snel in wanneer in de energietransitie bepaalde aanpassingen in de energie-infrastructuur nodig blijken, maar ga wel na waar er door gebrek aan keuzes van te hoge investeringen sprake zou zijn. Daarnaast kan flexibiliteit ook tot stand worden gebracht door een tijdlang meerdere netten parallel te onderhouden indien dit meerwaarde biedt.

4.2 De adaptieve portefeuillebenadering

In Hoofdstuk 3 is een aantal bouwstenen beschreven dat zeer waarschijnlijk een belangrijke rol gaat spelen in de transitie in Nederland. Het spreekt voor zich dat naar dit lijstje gekeken wordt wanneer beleid wordt gemaakt op het gebied van innovatie en klimaatvriendelijke infrastructuur zoals in de vorige paragrafen is beschreven.

Daarbij is wel met grote onzekerheid omgeven hoe de verschillende achterliggende technieken bij de bouwstenen zich zullen ontwikkelen. Het is dus niet zo dat nu op een aantal technieken ingezet kan worden en er niet meer naar om gekeken hoeft te worden tot en met 2050 (Aalbers et al. 2012). Daarom is het verstandig om een 'brede, adaptieve portefeuillebenadering' te hanteren bij de selectie van technieken waarop in het beleid ingezet wordt.

Het idee is dat een brede portefeuille aan technieken wordt geselecteerd waarop het beleid zich de aankomende jaren zal concentreren . Hiervoor vormt op dit moment het lijstje uit hoofdstuk 3 de basis. Deze portefeuille moet breed zijn, zodat belangrijke technieken niet worden gemist. Tegelijk kan deze portefeuille niet alle mogelijke technieken bevatten. Een brede portefeuillebenadering betekent behalve een spreiding van maatregelen over sectoren, ook een spreiding in de tijd en risico: zowel inzetten op technieken op de korte termijn (2020, 2030) met een grote kans op succes als op nieuwe technieken voor de lange termijn (2050) met meer onzekerheden. Er kan een parallel getrokken worden met een beleggingsportefeuille waarbij het risico gespreid wordt.

Daarnaast dient het beleid zich door de tijd heen aan te passen wanneer bepaalde technieken minder succesvol blijken, of nieuwe technieken zich aandienen. Met adaptief beleid kan de overheid inspringen op de technologische voortgang. Hiervoor is het nodig dat van tijd tot tijd evaluatiemomenten worden ingebouwd.

Om een brede, adaptieve portefeuillebenadering geloofwaardig en effectief te maken, is het belangrijk om een begrijpelijke, transparante methode te hebben voor selectie en periodieke evaluatie van de technieken waarop ingezet wordt (Bruegel 2015).

LES 4 –Hanteer als overheid een brede, adaptieve portefeuillebenadering bij de inzet op technieken

- Selecteer een brede portefeuille van relevante technieken met het oog op de transitie in Nederland.
- Gebruik een transparante methode bij de selectie en periodieke evaluatie van de portefeuille.

4.3 De selectie van doelen voor het klimaatbeleid

De EU heeft in het Klimaat- & Energiepakket voor 2020 en in het pakket voor 2030 Europese doelen vastgesteld op het gebied van $CO_{2\text{-eq}}$, hernieuwbare energie en energie-efficiëntie en dit als samenhangend en kosteneffectief pakket gepresenteerd. Dit beleid was ooit mede ingegeven door de angst voor zeer hoge ETS-prijzen wanneer alleen op een CO_2-doel zou worden gestuurd.

De drie klimaatdoelen beïnvloeden elkaar (CPB 2013). Immers wanneer er meer hernieuwbare energie wordt opgewekt, wordt er bij een gelijkblijvende vraag naar energie ook minder CO_2 uitgestoten. Dit principe gaat ook op wanneer er energie wordt bespaard. De doelen energiebesparing en hernieuwbare energie hebben eveneens weer effect op elkaar. Het aandeel hernieuwbare energie heeft namelijk als noemer het bruto finaal energieverbruik. Wanneer dit bruto verbruik door energiebesparing afneemt en de nominale opwek aan hernieuwbare energie blijft in de teller gelijk, dan wordt het aandeel hernieuwbare energie in de energiemix groter (noemereffect).

Wanneer het primaire doel reductie van broeikasgassen is, dan is het niet efficiënt om aanvullend bindende doelen voor hernieuwbaar en besparing te hebben.[34] Hernieuwbare energie en energiebesparing kunnen ingezet worden om het CO_2-doel te halen. Bij een bepaald CO_2-doel zal een bepaald aandeel hernieuwbare energie en een bepaald percentage energiebesparing kosteneffectief zijn. Echter, omdat er van grote maatschappelijke, economische en technologische onzekerheden sprake is, is het optimale aandeel hernieuwbare energie en energiebesparing vooraf

[34] Tinbergen stelt dat er minstens evenveel instrumenten moeten zijn als doelen om efficiënt beleid te kunnen garanderen. Het nastreven van meerdere doelen met 1 instrument leidt tot suboptimale uitkomsten.

wel grof in te schatten, maar alleen achteraf vast te stellen.[35] De kans is dus groot dat naarmate de tijd vordert en technieken verder ontwikkelen een andere verdeling tussen besparing, verduurzaming en overige CO_2-reductie kosteneffectiever is. Het is dus het meest kosteneffectief om primair te sturen op CO_2-reductie, en daarbij gebruik te maken van maatregelen die leiden tot meer hernieuwbare energie en energiebesparing, in plaats van te sturen op drie doelen tegelijk.

Beleid dat hier niet direct op aansluit kan wel gerechtvaardigd worden op grond van andere overwegingen. Als Nederland bijvoorbeeld naast een CO_2-arme energiehuishouding ook streeft naar bijvoorbeeld een schone luchtkwaliteit en energievoorzieningszekerheid dan kunnen hier aparte meetbare doelen aan worden verbonden en aparte instrumenten voor worden ingezet. Hierbij moet de interactie tussen de doelen bij de vormgeving worden meegewogen zodat interactie van stapelend overheidsbeleid niet leidt tot overheidsfalen. Hetzelfde geldt als Nederland streeft naar een hoog comfortgehalte en gezonde leefomgeving rondom huizen, of als Nederland naast CO_2-arm transport ook streeft naar goede bereikbaarheid. In de praktijk blijken hernieuwbare energie en energiebesparing vaak ook groter enthousiasme bij burgers op te wekken dan het toch meer abstracte doel van CO_2-reductie.

LES 5 – Stuur primair op de reductie van CO_2-uitstoot

- Sturen op andere neven/subdoelen dan CO_2 is inefficiënt als een CO_2-uitstootdoel en het daarbij ingezette instrumentarium al goed aansluit bij het beleidsdoel: tegengaan van klimaatverandering. Hierbij is inzicht belangrijk in de transitieprocessen, waarin sommige onderdelen sneller zullen moeten lopen en andere zich kunnen permitteren minder snel te gaan.
- Aanvullende doelen kunnen wel om andere redenen dan klimaat worden nagestreefd. Als Nederland naast een CO_2-arme energiehuishouding ook streeft naar een betaalbare energievoorziening, een schone luchtkwaliteit en energievoorzieningszekerheid dan kunnen hier aparte meetbare doelen en instrumenten aan worden verbonden.

4.4 Consistentie van overheidsbeleid

Het is evident dat geloofwaardige langetermijndoelen, mits in de uitvoering adaptief ingevuld, een betere kans geven op een succesvolle aanpak van het zeer gecompliceerde en onderlinge samenhangende transitieproces dat nodig is voor het tegengaan van klimaatverandering dan beleid zonder stip op de horizon. Een expliciet doel dat doeltreffend voor de langere termijn is geborgd leidt tot vermindering van de investeringsonzekerheid en daarmee tot lagere financieringslasten. Zo'n doel geeft een grotere kans om een keten van samenhangende activiteiten en daarmee nationale bedrijvigheid en kostenreductie te realiseren. Omdat de tijdshorizon tussen nu (2015) en 2050 groot is, zijn tussendoelen voor 2030 en 2040 nuttig als punten op de horizon. Daarmee neemt de geloofwaardigheid van het beleid toe. Daarvoor is het natuurlijk ook van belang dat er draagvlak voor het beleid is. Hierbij is het van belang dat de langetermijntransitie niet uit het oog verloren moet worden. Het lijkt onverstandig om beleid door te voeren dat weliswaar op korte termijn een tussendoel op kosteneffectieve wijze haalt, maar dat een belemmering vormt voor de transitie richting 2050.

Indien voor langetermijndoelen gekozen wordt, verdient het uiteraard de voorkeur dat dit in Europees verband gebeurt. Energie- en klimaatpolitiek is in toenemende mate een Europees onderwerp, dat op Europese schaal wordt vastgesteld en gecoördineerd. Alle lidstaten in de EU waaronder ook Nederland committeren zich in feite reeds aan het Europese langetermijnreductiedoel voor 2050 om dan gezamenlijk 80-95% reductie van broeikasgassen te realiseren. Dit doel fungeert daarmee impliciet als een nationaal doel. Het is dus niet zeker of het vastleggen van aanvullende *nationale* reductiedoelen voor de zeer lange termijn (2050) – bijvoorbeeld in de wet zoals de RLI adviseert – heel veel extra effect sorteert. Het vaststellen van nationale doelen voor verschillende zichtjaren zoals nu in Duitsland, Denemarken, Frankrijk, en de UK gebeurt, leidt waarschijnlijk niet tot de meeste kosteneffectieve oplossing op Europees niveau.

---

[35] Zie bijvoorbeeld de 'impact assessment' die de Europese Commissie heeft gemaakt in 2014.

Het is daarentegen wel zeer behulpzaam bij het geloofwaardig en betrouwbaar invullen van de weg richting een duurzame energiehuishouding, waarin nationale vraag, aanbod en infrastructuur immers onlosmakelijk met elkaar verbonden zijn.

De ervaring leert daarnaast dat het van groot belang is om naast de doelen ook voor de instrumenten een bestendig en houdbaar beleid voor de lange termijn vast te leggen, om zo zwalkend overheidsbeleid te vermijden. Hiermee wordt investeringszekerheid geboden aan bedrijven en huishoudens. Nederland heeft wat dat betreft leergeld betaald met de steeds wisselende stimuleringsregimes voor hernieuwbare energie: MEP, SDE, thans SDE+ (Roosdorp 2012). Ongeloofwaardige of steeds veranderende instrumenten bieden geen zekerheid en kunnen zelfs de onzekerheid vergroten en leiden tot stagnatie in de noodzakelijke ontwikkeling.

LES 6 – Borg dat het overheidsbeleid koersvast is

- Stel langetermijndoelen (broeikasgassendoel voor 2050) vast voor langetermijnuitdagingen (tegengaan klimaatverandering) en vertaal deze naar richtinggevende tussendoelen voor 2030 en 2040.
- Houd vast aan de gestelde doelen.
- Vermijd zwalkend overheidsbeleid ten aanzien van de gehanteerde instrumenten.

Hoofdstuk 5. Presentatie doorgerekende maatregelen

De IBO-werkgroep heeft ECN en PBL gevraagd om een aantal bestaande en mogelijke aanvullende maatregelen door te rekenen op kosteneffectiviteit per vermeden ton CO_2. De resultaten van deze doorrekening worden in dit hoofdstuk gepresenteerd. De doorrekening geeft een indicatie van de impact van de betreffende maatregelen op de CO_2-reductie.

In paragraaf 5.1 wordt het door ECN en PBL gebruikte kostenbegrip toegelicht. Daarna worden in paragraaf 5.2 de criteria geschetst die zijn toegepast bij het selecteren van de door te rekenen maatregelen. Vervolgens wordt in paragraaf 5.3 de doorrekening van de maatregelen gepresenteerd. Paragraaf 5.4 plaatst vervolgens een aantal kanttekeningen bij het uitsluitend hanteren van kosteneffectiviteit als criterium.

Ten geleide bij dit hoofdstuk is het nuttig om te benadrukken dat het beoordelen van maatregelen op kosteneffectiviteit alleen, zonder andere overwegingen en kanttekeningen mee te nemen, iets te kort door de bocht zou zijn. Bij de keuze tussen maatregelen is het van belang om de verschillende kosten en baten, inclusief welvaartsverliezen bij verschillende partijen, goed in beeld te hebben, zowel nationaal als internationaal. Daarbij is het allereerst van belang om oog te hebben voor marktfalens die de kosten en baten van bestaand en nieuw beleid beïnvloeden.[36] Dit vraagt om een brede maatschappelijke kosten-batenafweging. Overigens heeft de Rechtbank Den Haag, in het vonnis van de klimaatzaak van Urgenda tegen de Staat, geoordeeld dat de bijdrage van Nederland aan de reductie van broeikasgassen gemeten wordt zonder rekening te houden met de effecten van het Nederlandse beleid in het buitenland en wordt voorbij gegaan aan deze brede benadering van kosten en baten.[37]

Verder kan het feit dat maatregelen vaak meerdere effecten teweeg brengen, betekenen dat een maatregel die gemiddeld scoort op reductie van emissies integraal bezien toch zeer kosteneffectief blijkt, of juist zeer kostbaar. Daarnaast blijkt uit de praktijk dat draagvlak en aandacht voor de verdeling van lasten over overheid en groepen burgers en bedrijven belangrijk is voor de effectiviteit en proportionaliteit van maatregelen. Belangrijke kanttekening is dat de maatregelen die onder het ETS vallen, in de praktijk wel resulteren in emissiereducties binnen Nederland maar – vanwege het waterbedeffect- geen effect hebben op de CO_2-uitstoot EU-breed (en daarmee geen bijdrage leveren aan het tegengaan van mondiale klimaatverandering).

5.1 Het nationale kostenbegrip

Bij de selectie van maatregelen is ondermeer gebruik gemaakt van indicatieve kostencurven voor 2020 en 2030 die door ECN en PBL zijn samengesteld (zie bijlage 3). Het gehanteerde kostenbegrip in deze kostencurven sluit aan bij het beproefde 'nationale kostenbegrip' conform de Milieukostenmethodiek (VROM 1998).

Dit is het saldo van directe kosten én baten vanuit maatschappelijk kostenperspectief. De kosten omvatten kapitaalkosten, bedienings- en onderhoudskosten, baten van vermeden energiegebruik, kosten en baten van aankoop of verkoop van CO_2-rechten in het Europese emissiehandelssysteem, en (specifiek voor transport) reistijdverlies. Niet alle kosten en belemmeringen worden overigens in beeld gebracht. Zo ontbreekt een waardering voor juridische houdbaarheid van maatregelen inclusief eventuele schadeclaims aan het adres van de Rijksoverheid, en zegt de kostenberekening bijvoorbeeld ook niets over de gevolgen voor de concurrentiepositie en het level playing field van het bedrijfsleven of de koopkrachtgevolgen voor huishoudens.

De kosten worden uitgedrukt in jaarlijkse kosten, en kunnen gebruikt worden om in combinatie met de jaarlijkse effecten de kosteneffectiviteit van maatregelen te berekenen, uitgedrukt als euro per eenheid vermeden ton CO_2. De nationale kosteneffectiviteit is daardoor dus afhankelijk van de inschatting van het effect op emissiereductie.

[36] Bijvoorbeeld *split incentives* of 'verborgen kosten', zie ook hoofdstuk 4.
[37] Rb. 's-Gravenhage 24 juni 2015, ECLI:NL:RBDHA:2015:7145.

De nationale kostenmethode is ten aanzien van gebruikte grootheden zoals energieprijzen en rentevoeten ruwweg in lijn met de aanpak in maatschappelijke kosten-batenanalyses (MKBA's). Een belangrijk verschil is dat MKBA's niet de jaarlijkse kosten berekenen, maar een netto contante waarde, en dat MKBA's behalve de directe kosten en baten ook allerlei andere kosten en baten in beeld brengen. De nationale kostenmethode hanteert een smaller kostenbegrip: indirecte effecten en externe kosten zijn hier geen onderdeel van.

Leveringstarieven en energiebelasting zijn overdrachten binnen Nederland, en zijn daarmee geen onderdeel van het nationale kostenbegrip, zoals in dit rapport toegepast. De baten voor de ene partij in Nederland zijn juist kosten voor een ander, maar voor de BV Nederland is er geen netto effect. Een vermindering in afgedragen energiebelastingen levert dus voor de BV Nederland geen kost of baat op: tegenover de baat voor bijvoorbeeld een huishouden staat een verlies voor de overheid. Ook subsidies vormen geen onderdeel van de nationale kosten. Voor de eindgebruiker is dit uiteraard wel relevant, en subsidies en belastingen zijn dan ook wel onderdeel van de eindgebruikerkosten, evenals bijvoorbeeld marges op geleverde energie.

Bij de inschatting van de CO_2-reductie die een maatregel oplevert, is uitgegaan van de directe effecten. Dat betekent dat de kosteneffectiviteit van maatregelen binnen ETS-sectoren niet (goed) te vergelijken zijn met maatregelen binnen niet-ETS sectoren. Het vergelijken van de kosteneffectiviteit van maatregelen tussen ETS- en niet-ETS-sectoren aan de hand van deze cijfers kan de lezer daardoor op het verkeerde been zetten. De maatregelen in de niet-ETS-sectoren leveren namelijk wel een directe bijdrage aan het Europese reductiedoel voor broeikasgassen (en daarmee daadwerkelijk aan het tegengaan van klimaatverandering) terwijl de (nationale) maatregelen binnen de ETS-sectoren, vanwege het waterbedeffect, uiteindelijk geen bijdrage aan dat doel leveren.

In het onderzoek van ECN en PBL dat is bijgevoegd in bijlage 6 bij dit rapport wordt nadere uitleg gegeven over het nationale kostenbegrip.

5.2 Criteria bij de selectie van maatregelen

Om het onderzoek behapbaar te houden is uit het brede scala van mogelijke maatregelen een selectie gemaakt. Er zijn kostencurven van ECN en PBL voor de jaren 2020 en 2030 bestudeerd die inzicht geven in diverse technieken die tot en met 2030 relevant zijn. Daardoor is vermeden dat veelbelovende kosteneffectieve *technieken* om emissies te reduceren zouden worden veronachtzaamd.

Het is belangrijk om hier het verschil tussen *maatregelen* en *technieken* te benadrukken. Een voorbeeld van een techniek is bijvoorbeeld 'kleinschalige zon-pv', een voorbeeld van een beleidsmaatregel is 'de salderingsregeling voor zon-pv'. Voor een bepaalde techniek kan de kosteneffectiviteit worden uitgerekend en afgezet tegen andere technieken. De uiteindelijke maatregel – het beleidsinstrument – dat focust op een bepaalde techniek is gedetailleerder, er worden meer kosten meegenomen, bijvoorbeeld ook uitvoeringskosten. Maatregelen hoeven niet gefocust te zijn op één techniek. Zij kunnen ook gericht zijn op meerdere technieken om emissies te reduceren. Bijvoorbeeld, een verplichting voor auto's om minder CO_2 uit te stoten kan leiden tot waterstofauto's of tot elektrisch rijden. Zie bijlage 3 voor een uitgebreid beeld van deze indicatieve kostencurven met technisch potentieel.

Bij het selecteren van maatregelen zijn met behulp van de kostencurven de volgende criteria toegepast:

- Het moet gaan om maatregelen met een substantieel effect op broeikasgasreductie.
- Het moet gaan om bestaande en nieuwe maatregelen gericht op de sectoren gebouwde omgeving, landbouw, transport, industrie, en energie. De maatregelen dienen deze sectoren voldoende af te dekken.
- Het is van belang om zowel maatregelen met effecten op de kortere als de langere termijn te selecteren.
- De selectie dient zowel het huidige vaststaande als voorgenomen beleid, waaronder het Energieakkoord, te bevatten.

- Er dienen diverse typen maatregelen, een plaats te krijgen in de doorrekening, zodat geleerd kan worden uit verschillende benaderingen.

Toepassing van bovenstaande criteria heeft geleid tot de keuze voor de navolgende lijst van door te rekenen maatregelen. Benadrukt wordt nogmaals dat deze lijst niet uitputtend is. Maatregelen op het terrein van recycling en grondstoffengebruik of biobased materialen, waar ook de motie van Vos en Cegerek om vroeg, zijn niet apart doorgerekend voor dit IBO.[38] Dit zijn maatregelen die op zich zelf in de toekomst ook een belangrijke bijdrage kunnen leveren aan verdergaande internationale reductie van broeikasgassen. Het is echter lastig om voor grondstoffenstromen in het algemeen aan te geven wat de kosten en baten van deze maatregelen zijn. Dat zal van geval tot geval verschillen. Juist omdat het vaak om internationale ketens gaat, is binnen de gehele keten van winning, productie, transport, verwerking, toepassing en verwijdering van biotische en abiotische grondstoffen reductie van broeikasgassen te boeken, maar het is lastig om specifieke effecten aan Nederland toe te wijzen. Dat maakt het ook lastig om daarop de kostenmethodiek die binnen de IBO wordt gehanteerd toe te passen. In het lange termijn klimaatbeleid, waar wereldwijd en binnen de EU steeds verdergaande stappen worden gezet, is het wel nuttig om ook hier aandacht aan te blijven besteden.

5.3 Uitkomsten doorrekening maatregelen

Als bijlage 6 bij het rapport is een werkdocument van ECN en PBL opgenomen met een gedetailleerde beschrijving van de doorgerekende maatregelen.

Indeling in tabellen voor ETS en niet-ETS
De maatregelen die in sectoren vallen onder het ETS zijn niet geheel vergelijkbaar met de maatregelen in de niet-ETS-sectoren. Zoals in hoofdstuk 4 beschreven, leiden maatregelen in ETS-sectoren weliswaar tot een reductie-effect in eerste instantie, maar dat effect wordt op Europese schaal weer teniet gedaan (CPB 2013). Door het waterbedeffect zal er meer ruimte ontstaan onder het gefixeerde Europese emissieplafond dat door andere bedrijven in andere landen zal worden benut. Daardoor treedt uiteindelijk op Europese schaal geen reductie-effect op en hebben dit soort maatregelen voor het Europese doel van emissiereductie geen enkele betekenis. Het gaat hierbij vooral om maatregelen in de energiesector en in de industrie, die onder het ETS vallen. Het effect treedt echter ook altijd op bij energiebesparing op elektriciteit, ongeacht waar die besparing plaatsvindt. Besparing op elektriciteit leidt namelijk tot een vermindering van elektriciteitsproductie bij kolen- en gascentrales. Sommige maatregelen in het ETS kunnen wel nuttig zijn om het dynamische proces van de energietransitie op gang te houden.

Maatregelen in de niet-ETS-sectoren daarentegen (voornamelijk transport, landbouw en de gebouwde omgeving) leiden in het algemeen tot reductie van broeikasgassen, zowel in Nederland als in Europa. Hierbij is wel relevant dat de verwachting is dat Nederland het niet-ETS-doel voor 2020 ruimschoots gaat halen. Er kunnen wel maatregelen genomen worden met het oog op het niet-ETS-doel voor 2030. Hoe verder Nederland in 2020 boven het 2020-doel uitkomt, hoe minder er dan nog additioneel moet worden gedaan voor het halen van het 2030-doel. Dit heeft een impact op de kosten die tot en met 2030 gemaakt moeten worden. Uiteraard zal nog aanvullend beleid nodig zijn richting 2050.

Het is dus nuttig om het verschil zichtbaar te maken tussen maatregelen die vooral een effect hebben in de ETS-sectoren en in de niet-ETS-sectoren. De resultaten van de doorrekening van de maatregelen zijn daarom in twee separate tabellen weergegeven.

Kanttekeningen bij de cijfers

Bij de cijfers in onderstaande tabellen is wel een aantal kanttekeningen te plaatsen:

Effect van de maatregelen is afhankelijk van de vormgeving.
- Effecten van maatregelen op de reductie van broeikasgassen hangen af van de beleidsmatige vormgeving van die maatregelen, en van de aannames over exogene factoren. De kosteneffectiviteit is daarbij afhankelijk van de inschatting van het effect van een maatregel op

[38] Kamerstukken II 2015/16, 32 813, nr. 116

de uitstoot van broeikasgassen die soms met veel onzekerheid is omgeven. De aannames bijvoorbeeld die moesten worden gedaan over belangrijke onzekere factoren zoals de olieprijs hebben sterke invloed op de uitkomsten van de kostenberekeningen. Een maatregel kan bij een andere olieprijs zelfs van de plus in de min terechtkomen en omgekeerd. Voor de aannames is aangesloten bij de NEV 2015 (ECN, PBL 2015).
- Ook is geen rekening gehouden met moeilijker kwantificeerbare effecten, zoals die als gevolg van de juridische houdbaarheid van de maatregelen (bijvoorbeeld met het oog op mogelijke schadeclaims), of gevolgen voor de concurrentiepositie van het Nederlandse bedrijfsleven.

Er wordt gebruik gemaakt van twee verschillende cijfers voor uitstoot van broeikasgassen
- Op verschillende plaatsen in dit rapport worden verschillende cijfers gebruikt. De cijfers in hoofdstuk 5 en horizon 1 van hoofdstuk 6 zijn de 'overall' cijfers met gecombineerde effecten van broeikasgasreductie in Nederland en Europa (zonder het waterbedeffect). Hierin wordt bijvoorbeeld meegenomen dat maatregelen kunnen leiden tot minder import of juist tot meer import van elektriciteit met gevolgen voor de emissies in het buitenland.[39] Deze cijfers zijn het meest relevant in het kader van de motie Leegte/Van Veldhoven. De cijfers in horizon 2 van hoofdstuk 6 geven daarentegen alleen de reductie op Nederlands grondgebied (wat relevanter is in het kader van Urgenda).

Het waterbedeffect in het ETS is niet meegenomen in de cijfers.
- Dit heeft gevolgen voor de daadwerkelijke kosteneffectiviteit van maatregelen binnen de ETS-sectoren. Het waterbedeffect vindt plaats als emissiereductie door nieuw beleid in een bepaalde lidstaat in een ETS-sector (naast het ETS-systeem zelf) ruimte biedt tot meer uitstoot binnen het ETS-systeem later of op een andere plaats in de EU. Wanneer rekening wordt gehouden met een volledig optredend waterbedeffect dan is de reductie van specifieke maatregelen in de ETS-sectoren nagenoeg nihil. Dit betekent dat extra nationale maatregelen binnen ETS-sectoren weinig kosteneffectief zijn.

De kosteneffectiviteit is gevoelig voor inschatting van het effect op de uitstoot van broeikasgassen
- De berekeningen van de kosteneffectiviteit in euro per ton vermeden CO_2 zijn gevoelig voor de inschatting van de optredende emissiereductie. De directe emissiereductie effecten samenhangend met de inzet van fiscale maatregelen worden bijvoorbeeld in het algemeen laag ingeschat, omdat bepaalde effecten al worden gerealiseerd onder andere beleidsmaatregelen. Hierdoor vallen de kosten in euro per vermeden ton CO_2 dus relatief hoog uit. De kosteneffectiviteit is dus gevoelig voor de ingeschatte emissiereductie die een maatregel kan uitlokken.

Verschil in soorten overheidskosten
- Er is daarnaast een verschil tussen het soort overheidskosten. Enerzijds worden de kosten weergegeven die direct samenhangen met overheidsuitgaven om energiebesparing of hernieuwbare energie te stimuleren. Anderzijds wordt onder de overheidskosten ook een derving van accijnsopbrengsten vanwege vermindering van het brandstofverbruik gerangschikt. Deze "kosten" zijn feitelijk van een andere (tweede) orde en dienen daardoor door de lezer anders te worden gewaardeerd.

Maatregelen kunnen niet worden opgeteld tot een 'beleidspakket'
- Een eerste reden is dat de individuele maatregelen op zichzelf staand (*ceteris paribus*) zijn doorgerekend. Interacties tussen de beleidsmaatregelen zijn dus niet meegenomen in de berekening. Het sluiten van kolencentrales heeft bijvoorbeeld een effect op het verstoken van

[39] Zo leidt de maatregel SDE+ wind op land binnen Nederland tot een reductie-effect van 2,2 Mton in 2020 en 4,4 Mton in 2030 omdat daardoor fossiele elektriciteitsproductie wordt verdrongen. De productie van windenergie leidt echter ten dele ook tot minder import van elektriciteit waardoor een deel van de broeikasgasreductie in het buitenland plaatsvindt. Daardoor is het gecombineerde effect dus groter, namelijk 3,7 Mton in 2020 en 7,4 Mton in 2030. Andersom speelt dit ook bij het volledig sluiten van kolencentrales in Nederland. Deze maatregel leidt op Nederlandse bodem tot een broeikasgasreductie van 15 – 17 Mton. Om de verminderde elektriciteitsproductie op te vangen, wordt ten dele meer elektriciteit geïmporteerd die dus elders leidt tot meer uitstoot. Daarom is het gecombineerde broeikasgaseffect lager, namelijk 8,1 Mton in 2020 en 9,3 Mton in 2030.

biomassa in dezelfde centrales. Het kan dus zijn dat een maatregel afzonderlijk een goede bijdrage levert, maar als onderdeel van een breder pakket een minder grote bijdrage, of andersom. De interacties zijn zo veel mogelijk kwalitatief beschreven.
- Een andere reden is dat maatregelen niet allemaal dezelfde onzekerheden kennen (de foutenmarges zijn verschillend).

Tabellen 5.1 en 5.2 geven een samenvattend overzicht van de kosteneffectiviteit in nationale kosten en overheidskosten, en het effect op broeikasgasreductie in 2020 en 2030, conform de analyse van ECN en PBL. De maatregelen worden enerzijds onderscheiden in ETS en niet-ETS maatregelen en anderzijds in bestaande en nieuwe maatregelen waarbij nieuwe maatregelen cursief worden weergegeven. De maatregelen worden in rangorde van oplopende nationale kosten in euro per ton CO_2 in 2020 weergegeven. De nationale kosten in euro per vermeden ton CO_2 zijn voor een vergelijking van maatregelen het meest relevant. Als baseline is bij de doorrekening van de maatregelen gekozen voor de raming in de NEV 2015 (ECN, PBL 2015) met vastgesteld en voorgenomen beleid.

Tabel 5.1 Maatregelen binnen de ETS-sectoren

	Nationale kosten	*In €/ton*	*Overheidskosten In €/ton*		*Directe emissiereductie binnen Europa (excl. waterbedeffect)*	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030
1. Verscherpte handhaving Wet Milieubeheer	-71	-107	154	168	1,0	1,0
2. Aanpassen 3e en 4e schijf EB op aardgas	*-10*	*-49*	*-660*	*-182*	*0,2*	*0,4*
3. BENG-eisen nieuwbouw utiliteitsbouw		-75		398	0,0	0,7
4. CO_2 bodemprijs (Brits model) elektriciteitsopwekking	*4*	*87*	*-62*	*-44*	*1,4*	*1,6*
5. Opkoop ETS-rechten	*11*	*20*	*11*	*20*	*1,0*	*1,0*
6. CO_2 bodemprijs (Brits model) industrie	*13*	*4*	*-23371*	*-3185*	*0,0*	*0,2*
7. Sluiting oude kolencentrales van voor 1990	25		-61		0,7	-0,2
8. Verdubbelen kolenbelasting elektriciteitsopwekking		*41*		*-20*	*-0,7*	*0,2*
9. Ondersteuning kernenergie naar Brits model		*65*		*119*	*0,0*	*4,9*
10. Sluiting alle kolencentrales voor 2020	*30*	*65*	*-67*	*-41*	*8,1*	*9,3*
11. Budgetneutrale prijsprikkel energie-intensieve industrie	*33*	*40*	*16*	*2*	*0,6*	*4,6*
12. SDE+-regeling biomassameestook kolencentrales	53	18	93	58	4,3	3,5

13. CCS demonstratieproject ROAD	*65*	*57*	*46*	*39*	*1,2*	*1,2*
14. SDE+-regeling wind op land	73	20	81	20	3,7	7,4
15. SDE+-regeling wind op zee	116	65	166	67	3,6	7,2
16. SDE+-regeling grootschalig zon-pv	159	89	155	58	0,9	2,7
17. BENG-eisen nieuwbouw woningen		165		358	0,0	0,9
18. Salderingsregeling zon-pv kleinverbruikers	269	232	418	970	0,7	0,9
19. Aanpassen vrijstelling energiebelasting WKK	*onbepaald*	*onbepaald*			*-0,1*	*-0,1*

NB het gaat om bestaande en *nieuwe m*aatregelen binnen de ETS-sectoren in nationale kosten en overheidskosten per ton CO_2, en effect op de emissiereductie, gerangschikt naar nationale kosten in 2020.

De door ECN en PBL doorgerekende 19 maatregelen binnen het ETS in tabel 5.1 worden hieronder puntsgewijs beschreven. Voor een uitgebreide beschrijving van de maatregelen wordt verwezen naar bijlage 6.

1. Verscherpte handhaving Wet Milieubeheer: Deze maatregel geldt alleen voor niet-ETS bedrijven maar heeft zowel gevolgen binnen en buiten het ETS, doordat de maatregel zowel invloed heeft op het elektriciteitsgebruik (ETS) als ook op het gasverbruik (niet-ETS) in de gebouwde omgeving (vastgoedsector). De maatregel leidt tot negatieve maatschappelijke kosten. Er zou dus sprake zijn van een bate van € 71/ton in 2020 en € 107/ton in 2030. Hoewel extra besparing ook voor veel betreffende bedrijven kosteneffectief is, zijn er kennelijk belemmerende factoren om tot deze investeringen over te gaan. Te denken valt aan bedrijfseconomische afwegingen die binnen bedrijven worden gemaakt en die haaks kunnen staan op het treffen van op zichzelf goedkope emissiereductiemaatregelen. Specifiek in de gebouwde omgeving zijn de belemmeringen ook van niet-financiële aard. Aanpassing van woningen en gebouwen om deze energiezuiniger te maken, kan leiden tot een ingrijpende verbouwing waar men vervolgens om praktische redenen van af ziet. Desondanks lijkt er sprake te zijn van goedkoop besparingspotentieel binnen de sector industrie en het vastgoed.
2. Aanpassen 3e en 4e schijf EB op aardgas: De verhoging bedraagt 2 cent per m^3 zowel in de derde als de vierde schijf waardoor de lasten dus vanaf 1 miljoen m^3 stijgen. Deze maatregel leidt tot netto *baten* van € 10 /ton in 2020 en € 49 /ton in 2030. Dit wordt veroorzaakt door extra energiebesparing die reeds rendabel was maar nog niet werd toegepast en resulteert in stijgende overheidsinkomsten door de hogere energiebelasting.
3. BENG-eisen nieuwbouw utiliteitsbouw: De EPC aanscherping naar (bijna) energieneutraal (nieuwbouw) gebouwen is een verplichting voor de bouwsector, waarbij drie specifieke eisen aan nieuwe gebouwen worden gesteld die vanaf eind 2020 moeten worden nageleefd. De maatregel leidt tot netto baten van € 75/ton in 2030. In de uitwerking van deze maatregel wordt ervan uitgegaan dat deze aanscherping van de EPC zich richt op elektriciteitsbesparing. Daardoor valt het effect onder het ETS.
4. CO_2 bodemprijs (Brits model) elektriciteitsopwekking: De maatregel introduceert een heffing op emissies onder ETS voor de elektriciteitssector. In de maatregel wordt uitgegaan van introductie van een bodemprijs in 2017 met € 11/ton, oplopend naar € 20 in 2020 en € 50 in 2030.Er treedt een effect op t.a.v. de koleninzet. Deze daalt direct als antwoord op de stijgende prijzen. De wegvallende productie wordt opgevangen door import. Kosten in 2020 zijn € 4 per ton, in 2030 circa € 87 per ton.
5. Opkoop ETS-rechten: per ton CO_2 bedragen de kosten € 11/ton in 2020 en € 20 / ton in 2030. Deze maatregel kan worden gekenschetst als *referentie.* Aankoop van rechten is immers het overall alternatief voor het treffen van fysieke reductiemaatregelen.

6. CO_2 bodemprijs (Brits model) industrie: De maatregel introduceert een heffing op emissies onder ETS voor de industrie. De heffing is gelijk aan het verschil tussen de vastgestelde bodemprijs en de feitelijke ETS-prijs. De bodemprijs gaat van 11 euro per ton in 2017 naar 20 euro in 2020 en stijgt daarna door naar 50 euro in 2030. Bij de industrie treedt extra energiebesparing op. De kosten bedragen € 13/ton in 2020 en € 4/ton in 2030.
7. Sluiten oude kolencentrales van voor 1990 cf. Energieakkoord en herinvoeren inputvrijstelling: In 2020 leidt deze maatregel tot kosten van circa € 25 / ton. In 2030 resulteert dit in een stijgende CO_2-uitstoot aangezien de centrales dan toch al gesloten zouden zijn en de vrijstelling blijft bestaan. De kosten zijn het netto-effect van minder kolenimport en biomassa, meer gasinzet, een hogere import en een verminderde export van elektriciteit. Voor de overheid treedt een belastingderving op. De kosteneffectiviteit van de maatregel in 2030 bedraagt daardoor € 41 / ton.
8. Verdubbelen kolenbelasting elektriciteitsopwekking: De belasting op kolen verdubbelt van circa € 15 per ton kolen naar circa € 30 per ton. In 2020 is het effect van het in bedrijf blijven van kolencentrales dominant en leidt de maatregel tot kosten van € 22 / ton. In 2030 zijn de oudste kolencentrales alsnog buiten bedrijf gesteld en bedragen de kosten € 41/ton.
9. Ondersteuning kernenergie naar Brits model: Kernenergie behoort in 2030 tot één van de meest kosteneffectieve maatregelen. Uitgegaan is van een investering van € 15 miljard incl. opslagmogelijkheden voor het radioactieve afval en een garantieprijs van € 119/MWH. De kosten in 2030 bedragen € 65 / ton. Daarmee concurreert deze maatregel met CCS en andere op de energiesector gerichte energieopties zoals wind op zee.
10. Sluiting alle kolencentrales voor 2020: Deze maatregel leidt tot een netto reductie van CO_2 van circa 8 Mton in 2020 en 9 Mton in 2030. Dit is een netto-effect omdat in de berekening ook rekening wordt gehouden met het wegvallen van biomassa bij- en meestook hetgeen een negatief effect op de emissiereductie uitoefent. Per saldo treden kosten op van € 30 / ton in 2020 en € 65 / ton in 2030, rekening houdend met baten voor de overheid als gevolg van een besparing op uitgaven voor de SDE+ door het wegvallen van de biomassa bij- en meestook. De reden dat de kosten in 2030 hoger uitvallen dan in 2020 wordt veroorzaakt door stijgende kosten voor gascentrales die na 2020 conform de inschatting van ECN en PBL in toenemende mate optreden. Zoals opgemerkt zijn specifieke kosten die met deze maatregel kunnen samenhangen niet in de doorrekening opgenomen.
11. Budgetneutrale prijsprikkel energie-intensieve industrie: Maatregel behelst een boete gepaard gaand met een tenderregeling voor energiebesparing, budgetneutraal vormgegeven. De maximale prijsprikkel die ervan uitgaat, bedraagt circa € 100 per ton. Kosten zijn € 33 / ton in 2020 en € 40 per ton in 2030.
12. SDE+-regeling biomassameestook kolencentrales: Deze maatregel is de meest effectieve optie voor hernieuwbare energie zowel in 2020 als 2030 (€ 53/ton in 2020, € 18/ton in 2030). Kosten worden volledig gedreven door het prijsverschil tussen steenkool en biomassa. In de raming wordt uitgegaan van dalende prijzen voor biomassa in 2030 waardoor de kosten dan lager zijn dan in 2020.
13. CCS demonstratieproject ROAD: Realisering van het Rotterdam Opslag en Afvang Demonstratieproject (ROAD) door bij een van de nieuwe kolencentrales op de Maasvlakte een CO_2-afvang unit te plaatsen. De overheid subsidieert het benodigde bedrag voor een sluitende businesscase. CCS behoort zowel in 2020 als 2030 tot de goedkopere maatregelen met jaarlijkse kosten van € 65/ton in 2020 en € 57/ton in 2030.
14. SDE+-regeling wind op land: Wind op land is een van de goedkoopste technieken voor hernieuwbare energie (€ 73 per ton in 2020, € 20 in 2030). Tot 2030 wordt een verdere kostendaling verondersteld door dalende investeringskosten, hogere draaiuren en een stijgende elektriciteitsprijs. Tegen die tijd is wind op land bijna kostenneutraal. Bij de kostenbenadering is rekening gehouden met systeemkosten voor balanceren en op- en afschakelen van centrales.
15. SDE+-regeling Wind op zee: Wind op zee is in 2020 een van de duurdere technieken voor hernieuwbare energie, maar in 2030 een van de kosteneffectievere maatregelen (€ 116/ton in 2020, € 65 in 2030). Tot 2030 wordt een kostendaling verondersteld door dalende investeringskosten, hogere draaiuren en een stijgende elektriciteitsprijs. Bij de kostenbenadering is rekening gehouden met systeemkosten voor balancering en op- en

afschakelen van centrales maar specifiek ook met extra kosten voor netaansluiting. Op die termijn is wind op zee concurrerend met andere maatregelen binnen de energiesector.

16. SDE+-regeling grootschalig zon-pv: Behoort tot de duurdere technieken voor hernieuwbare energie (€ 159 in 2020, € 89 in 2030). Tussen 2015 en 2030 wordt wel een forse kostendaling met 40% verondersteld door dalende kosten voor zonnepanelen en een stijgende elektriciteitsprijs. Op termijn gaat deze maatregel dus meer concurreren met andere maatregelen op het terrein van hernieuwbare energie.
17. BENG-eisen nieuwbouw woningen: EPC aanscherping naar (bijna) energieneutraal (nieuwbouw) woningen is een verplichting voor de bouwsector, waarbij 3 specifieke eisen aan nieuwbouwwoningen worden gesteld die vanaf eind 2020 moeten worden nageleefd. De maatregel leidt daarom in 2020 nog niet tot nationale kosten. In 2030 bedragen deze € 165 / ton. ECN en PBL gaan er in de uitwerking van deze maatregel van uit dat deze aanscherping van de EPC zich louter richt op elektriciteitsbesparing en de toepassing van zon-pv. Daardoor valt het reductie effect onder ETS.
18. Salderingsregeling zon-pv kleinverbruikers: De kosten van het salderen zijn hoog, ondanks dat de aanschafkosten voor zonnepanelen sterk blijven dalen. Het salderen achter de eigen meter leidt er bij de dalende prijzen voor zonnepanelen toe, dat er toenemend sprake is van overstimulering door de combinatie van de energiebelasting en de opslag voor duurzame energie, waardoor voor eindverbruikers jaarlijks de energiebaten stijgen maar voor de overheid hogere uitgaven resulteren. Kosten zijn ingeschat op € 269 /ton in 2020 en € 232/ton in 2030.
19. Aanpassen inputvrijstelling WKK in de energiebelasting: Deze maatregel beperkt de inputvrijstelling tot de opwekking van elektriciteit, waardoor ongeveer 80% van de huidige vrijstelling zal vervallen. Deze maatregel leidt als enige tot een negatief effect op emissiereductie. Kosten per ton vermeden CO_2 zijn in dit geval onbepaald.

Tabel 5.2 Maatregelen binnen de niet-ETS-sectoren

	Nationale kosten In €/ton		*Overheidskosten In €/ton*		*emissiereductie binnen Nederland en Europa*	
	2020	2030	2020	2030	2020	2030
1. *Verplichte toepassing zuiniger banden*	-187	-277	219	224	1,2	1,3
2. Verscherpte handhaving Wet Milieubeheer	-71	-107	154	168	1,0	1,0
3. EU-norm CO_2-uitstoot personenauto's naar 95g/km	-49	-136	251	256	0,7	3,1
4. Efficiencyverbetering vrachtauto's		-128		174	0,0	0,5
5. Terugdraaien verhoging maximumsnelheid	59	164	258	262	0,1	0,1
6. Reductie methaanslip uit (WKK-)gasmotoren	73	81	0	0	0,9	0,8
7. Afspraken gemiddeld label B huurwoningen	74		148		0,4	0,0
8. Verplichting monovergisting van mest	133	129	151	147	1,3	5,3
9. Verhogen aandeel biobrandstoffen transport	223	131	0	0	0,6	1,4
10. Label C koopwoningen binnen 2 jaar na verhuizing	241	277	86	70	0,5	1,2
11. Minimaal Label B huurwoningen	265	237	139	157	0,9	0,3
12. Kilometerheffing vrachtverkeer	294	306	-1365	-1355	0,4	0,5
13. Aanpassen 1e schijf EB: aardgas (+) en	324	12	89	102	0,0	0,1

elektriciteit (-)						
14. Kilometerheffing personenverkeer	490	441	-821	-679	1,7	2,0
15. STEP-regeling (huursector)	534	507	930	950	0,1	0,1
16. Fiscaal stimuleren nulemissieauto's	916	90	5700		0,0	0,1

NB het gaat om bestaande en *nieuwe m*aatregelen binnen niet-ETS-sectoren in nationale kosten en overheidskosten per ton CO_2, en effect op de emissiereductie, gerangschikt naar nationale kosten in 2020

De door ECN en PBL doorgerekende 16 maatregelen binnen de niet-ETS in tabel 5.2 worden hieronder puntsgewijs beschreven. In bijlage 6 worden deze maatregelen uitgebreid beschreven.

1. Verplichte toepassing zuiniger banden: Voor autobanden geldt een Europees labelingssysteem. Op dit moment wordt gemiddeld genomen op label-D banden gereden. De maatregel voorziet in een Europese verplichting om alleen label A banden te gebruiken. De kosten zijn negatief waardoor de maatregel dus een maatschappelijke bate oplevert van € 187/ton in 2020 oplopend naar € 277/ton in 2030.
2. Verscherpte handhaving Wet Milieubeheer: Deze maatregel heeft zowel gevolgen binnen en buiten het ETS, doordat de maatregel zowel invloed heeft op het elektriciteitsgebruik, maar ook op het gasgebruik in de gebouwde omgeving. De maatregel leidt tot negatieve maatschappelijke kosten. Er zou dus sprake zijn van een bate van € 71/ton in 2020 en € 107/ton in 2030. Een belangrijke kanttekening hierbij is dat blijkbaar sommige kosten of andere niet-financiële belemmeringen nog een rol spelen. Desondanks lijkt er sprake te zijn van goedkoop besparingspotentieel binnen de gebouwde omgeving.
3. EU-norm CO_2-uitstoot personenauto's naar 95g/km: Vanaf 2021 moeten alle nieuw verkochte personenauto's gemiddeld voldoen aan de emissienorm voor CO_2 van 95 gr/km. De kosten zijn negatief waardoor de maatregel dus een maatschappelijke bate oplevert van € 49/ton in 2020 oplopend naar € 136/ton in 2030.
4. Efficiencyverbetering vrachtauto's: De maatregel gaat uit van een Europese normstelling waarbij een efficiencyverbetering van vrachtauto's optreedt van 1,1% per jaar tussen 2020 en 2030. De kosten zijn negatief waardoor de maatregel dus een maatschappelijke bate oplevert van € 128/ton in 2030
5. Terugdraaien verhoging maximumsnelheid: De maximum snelheid gaat terug naar maximaal 120 km/h. De nationale kosten bedragen € 59/ton in 2020 en € 164/ton in 2030. Hierbij is ook rekening gehouden met reistijdverlies.
6. Reductie methaanslip uit (WKK)-gasmotoren: Dit is een reguleringsmaatregel waarbij de koolwaterstofeis uit het Activiteitenbesluit wordt aangescherpt. In de kostenberekening wordt ervan uitgegaan dat er alleen kosten optreden bij de eigenaar van de WKK en dat dit een verplichtende maatregel zal zijn binnen het zogenoemde Activiteitenbesluit. Kosten zijn geraamd op € 73 in 2020 en € 81 / ton in 2030.
7. Afspraken gemiddeld label B huurwoningen: Dit is een maatregel in het kader van het huurconvenant dat de overheid met onder andere Aedes en de Woonbond heeft gesloten en richt zich op lokale prestatieafspraken in verband met de nieuwe Woningwet. Het doel is om in 2020 extra energiebesparing te realiseren. De kosten in 2020 bedragen € 74 per ton.
8. Verplichting monovergisting van mest: Gerekend is aan een geleidelijk in te voeren verplichting tot vergisting van alle dunne mest gecombineerd met een investeringssubsidie, zodat de sector volledig wordt gecompenseerd. De kosten hiervan bedragen € 133/ton in 2020 en € 129/ton in 2030.
9. Verhogen aandeel biobrandstoffen transport: Er geldt een Europese bijmengverplichting van 10% in 2020. De maatregel gaat uit van een bijmengverplichting oplopend van 15,2% in 2020 naar 22,4% in 2030. De kosten bedragen € 223/ton in 2020 en € 131 / ton in 2030.
10. Label C koopwoningen binnen 2 jaar na verhuizing: Deze maatregel behelst een verplichting voor eigenaar-bewoners die een ander huis kopen. Die nieuwe woning moet verplicht binnen 2 jaar naar minimaal energielabel C. De kosten bedragen € 241 / ton in 2020 en € 277 /ton in 2030.

11. Minimaal Label B huurwoningen: Conform een convenant tussen onder andere Aedes en Woonbond met het Rijk moeten alle sociale huurwoningen en energielabel hebben dat beter is dan label C. De kosten bedragen € 265/ton in 2020 dalend tot € 237 / ton in 2030.
12. Kilometerheffing vrachtverkeer: Maatregel gaat uit van invoering van een kilometerheffing voor vrachtverkeer, waarbij het huidige Eurovignet vervalt voor vrachtauto's boven 12 ton en waarbij de MRB wordt verlaagd tot het Europese minimum. De kosten voor deze maatregel bedragen € 294/ton in 2020 en € 306 /ton in 2030.
13. Aanpassen 1e schijf EB: aardgas (+) en elektriciteit (-): Het tarief in de eerste schijf aardgas wordt verhoogd met 4,6 cent / m^3 terwijl het tarief in de eerste schijf elektriciteit wordt verlaagd met 2,5 cent/kWh. De fiscale maatregel is budgettair neutraal. Deze maatregel leidt in 2020 tot kosten van € 324/ton, fors dalend naar € 12 / ton in 2030. De grote kostendaling die tussen 2020 en 2030 optreedt, wordt veroorzaakt door een ingeschatte kostendaling van warmtepompen. De uiteindelijke effectiviteit hangt in dit geval sterk af van de gekozen maatvoering. Naast deze verschuiving is er ook een verdergaande verschuiving doorgerekend waarbij gas en elektriciteit op basis van hun totale CO2-emissies gelijkt worden belast. De maatschappelijke kosteneffectiviteit ligt dan op circa € 80 /ton in 2020 tot € 15 /ton in 2030.
14. Kilometerheffing personenverkeer: Gerekend is met een vlakke heffing van 7 cent / kilometer. Deze variant is naar analogie van de door het CPB en PBL doorgerekende variant in hun MKBA voor een kilometerheffing (CPB, PBL 2015). De kosteneffectiviteit van de maatregel bedraagt € 490 in 2020 en € 441 in 2030. Het is echter niet mogelijk om deze voor 2020 in te voeren. Uit eerdere berekeningen volgde een betere kosteneffectiviteit voor een dergelijke maatregel. De reden daarvoor is dat in deze doorrekening van een lagere economische groei is uitgegaan. Dientengevolge zijn het aantal files op snelwegen ook lager en is het emissiereductie effect van de heffing op die files daardoor ook minder groot.
15. STEP-regeling (huursector): De regeling Energieprestatie Huursector (STEP) stimuleert de realisering van 3 labelstappen of meer naar minimaal label B bij woningcorporaties en minimaal label C voor particuliere verhuurders. De STEP-regeling stimuleert verdergaande renovatie met hogere investeringskosten, terwijl bijvoorbeeld bij de lokale prestatieafspraken ook kleinere en goedkopere investeringen per woning worden meegerekend zoals plaatsing van een efficiëntere gasketel of meer isolerend glas. De kosten bedragen € 534/ton in 2020 en € 507/ton in 2030.
16. Fiscale stimulering nulemissieauto's: De maatregel sluit aan bij het nieuwe fiscale beleid cf. de Autobrief II waarbij voor nulemissieauto's een bijtelling geldt van 4% en waarbij tevens een 100% vrijstelling geldt in de MRB en het nultarief in de BPM. De maatregel leidt tot kosten van € 916/ton in 2020, scherp dalend naar € 90/ton in 2030.

5.4 De betekenis van kosteneffectiviteit in de maatschappelijke discussie

Bij elke maatregel dient zorgvuldig te worden gekeken in hoeverre het nationale kostenbegrip geschikt is voor een uiteindelijke oordeelsvorming. Er zijn ook andere invalshoeken mogelijk om maatregelen op te beoordelen. Hierna wordt ingegaan op enkele belangrijke maatregelen, waarbij blijkt dat meer elementen aan de orde zijn dan alleen kosteneffectiviteit.

Volledig sluiten alle kolencentrales voor 2020 (maatregel 10, tabel 5.1)

- Er zijn vele manieren om de kosten van sluiting van kolencentrales te berekenen. De vraag welke de juiste is hangt af van het doel waarvoor men de cijfers wil gebruiken. In deze studie is gekozen voor het nationale kostenbegrip. Dit is een uniforme methodiek (en een uniform kostenbegrip) waardoor vergelijking tussen de verschillende onderzochte maatregelen wordt bevorderd. Dat neemt niet weg dat deze maatregel, sluiting van overheidswege, een verbod van verdere economische activiteit betekent dat gegeven de (substantiële) investeringen in kapitaalgoederen vergelijkbaar is met onteigening. Daarom moet bij de sluiting van kolencentrales grote zorgvuldigheid in acht genomen worden bij het presenteren en interpreteren van cijfers, niet alleen die over de effectiviteit (in vermeden kosten per ton CO_2), maar ook de cijfers over CO_2-reductie en totale kosten.
- **CO_2-reductie** (in Mton).
  Het effect op de uitstoot van CO_2 kan op verschillende manieren weergegeven worden, zoals ook elders in dit IBO toegelicht. Zo kan de CO_2-reductie die alleen plaats vindt in Nederland

worden weergegeven of de CO_2-reductie die op Europese schaal plaats vindt. De rechtbank Den Haag heeft in het Urgenda-vonnis een aparte CO_2-reductienorm geformuleerd en opgelegd aan de Staat door alleen de CO_2-reductie effecten op Nederlandse bodem mee te tellen voor het behalen van de door hem opgelegde reductienorm van 25% in 2020. Toegepast op de sluiting van kolencentrales leidt dat ertoe dat de uitstootreductie binnen Nederlandse landsgrenzen wél meetelt, maar de eventuele extra uitstoot die in het buitenland kan optreden in verband met de sluiting van Nederlandse kolencentrales niet meetelt in de te behalen norm. Het is daarom inefficiënt om alleen rekening te houden met de CO_2 effecten binnen de landsgrenzen. Het klimaatbeleid vergt een in beginsel mondiale aanpak juist omdat die het meest effectief is in het terugdringen van CO_2 emissies. Kortom, het hanteren van het Urgenda criterium voor een Nederlandse CO_2-reductienorm is niet efficiënt juist omdat het op mondiaal niveau niet effectief is.

- **Effectiviteit** in termen van kosten per vermeden ton CO_2. De effectiviteit van deze maatregel bedraagt € 17 per vermeden ton als alleen wordt gekeken naar de reductie in Nederland en € 30 per vermeden ton als vanuit de Europese schaal wordt bekeken (beide in 2020). Hierbij wordt echter een overheidsbate ingeboekt die de kosten drukt en wordt geen rekening gehouden met mogelijke juridische claims. Zie hierna.
- **Samenvoegen van kosten met SDE+ subsidies voor bij- en meestook:** De SDE+ subsidies voor bij en meestook van biomassa zijn in de berekeningen als overheidsbate in mindering gebracht op de kosten van sluiting (netto kosten). Zonder kolencentrales is namelijk geen bij- en meestook mogelijk en zal het aandeel hernieuwbare energie in 2020 met 1%-punt dalen. De Europese verplichting om 14% aandeel duurzame energie in 2020 te realiseren, komt dus in gevaar. Het kabinet zal op andere (vermoedelijk duurdere) wijze het aandeel duurzaam moeten repareren. Er treedt dus geen overheidsbate op, als de SDE+ subsidie voor bij- en meestook van biomassa zou worden afgeschaft.
  Een tweede effect van deze methodiek is dat de effectiviteit (in termen van kosten per vermeden ton CO_2) na 2020 zou afnemen. Dit komt door een afname van de SDE+subsidies (en dus ook een afname van de overheidsbate) in die periode, die leidt tot een stijging van de kosten per vermeden ton CO_2 in 2030. Sluiting van kolencentrales in 2020 zou volgens deze kostenmethodiek in de jaren na 2020 dus steeds ineffectiever worden.
- **Kosten van kapitaalvernietiging:** Geen rekening is gehouden met de (economische) kosten van kapitaalvernietiging die het gevolg is van het voortijdig sluiten van deels nog nieuwe kolencentrales. Het risico op claims voor schadevergoeding van deze kosten bij sluiting van kolencentrales komt voor rekening van de overheid en zal de kosten in euro per ton CO_2 verder doen stijgen.
  NB: in de methodiek maakt het niet uit of kolencentrales worden gesloten in 2020 of bijvoorbeeld in 2030. Het is echter evident dat het gefaseerd sluiten van kolencentrales over een langere periode als een relatief efficiënte maatregel gekwalificeerd kan worden, terwijl sluiting in 2020 relatief inefficiënt is. Het antwoord op de vraag of beleid (of beleidsmaatregelen) efficiënt is, hangt dan ook af van het tijdstip waarop het reductiedoel gehaald moet worden. Of nog korter: efficiëntie van klimaatbeleid hangt dus af van het tijdstip waarop het effectief moet zijn. Gegeven het einddoel van 80-95% reductie van broeikasgassen in 2050 is het sluiten van kolencentrales in 2020 relatief inefficiënt.

SDE+ Wind op land (maatregel 14, tabel 5.1)

- In het Energieakkoord wordt ingezet op de realisering van 6.000 MW windenergie op land in 2020 waardoor dan conform de Europese verplichting een aandeel van 14% hernieuwbare energie mogelijk wordt. De maatregel wordt dus tegen die achtergrond getroffen. Wind op land behoort binnen de SDE+ tot de goedkopere hernieuwbare energieopties. De kosten dalen van circa € 73 in 2020 naar circa € 20 in 2030.
- Deze maatregel levert op binnenlands grondgebied een reductie-effect op van 2,2 Mton in 2020 en 4,4 Mton in 2030[40], maar de facto is het reductie-effect op Europese schaal door de werking van het Europese ETS nihil. De berekende kosten zijn daarom alleen relevant afgezet tegen de

[40] Het totale reductie-effect binnen Europa bedraagt 3,7 Mton in 2020 en 7,4 Mton in 2030 (zie tabel 5.3A). Daarbij wordt nog geen rekening gehouden met het optredende waterbedeffect.

binnen Nederland optredende reductie van broeikasgassen. Op Europese schaal kunnen deze kosten niet berekend worden omdat er geen CO_2-reductie mee gerealiseerd wordt.

Maatregelen in de gebouwde omgeving (maatregelen 3, 17, en 18 uit tabel 5.1; maatregelen 2, 7, 10, 11, 13, en 15 uit tabel 5.2)

- In de lijst maatregelen zien negen daarvan op energiebesparing in de gebouwde omgeving. Het gaat om een aanscherping van de energieprestatie coëfficiënt (EPC) naar (bijna) energieneutraal nieuwbouw gebouwen en woningen, een verplicht minimum energielabel C voor koopwoningen, een energieprestatie-eis voorraad woningcorporaties (minimaal Label-B), de regeling Energieprestatie Huursector (STEP) ter stimulering van 3 labelstappen of meer, en lokale afspraken huurwoningen om gemiddeld Label-B huurwoningen te realiseren als uitvloeisel van het huurconvenant en gefaciliteerd door de nieuwe woningwet. Daarnaast is er de versterkte handhaving van de Wet Milieubeheer die zorgt voor energiebesparing bij de utiliteitsbouw. Tot slot zijn er fiscale maatregelen die effect hebben in de gebouwde omgeving zoals de salderingsregeling en de verhoging van de energiebelasting op aardgas en verlaging op elektriciteit.
- In principe kunnen maatregelen die in de gebouwde omgeving worden getroffen zowel binnen de ETS als de niet-ETS-sectoren tot reductie leiden. Indien een maatregel leidt tot besparing op elektriciteit, valt het daarmee samenhangende reductie-effect onder ETS. In dat geval treedt er dus een reductie-effect op binnen de Nederlandse landsgrenzen maar is dat op Europese schaal dus per saldo niet het geval. In de doorrekening van maatregelen door ECN en PBL is dit het geval bij de aanscherping van de EPC naar (bijna) energieneutraal nieuwbouw gebouwen en woningen.
- De kosten die met deze maatregelen samenhangen, lopen fors uiteen. De maatregel die ziet op lokale afspraken bij huurwoningen om gemiddeld Label-B huurwoningen te realiseren kost € 74 per ton, terwijl de regeling Energieprestatie Huursector (STEP) ruim € 500 per ton kost. De reden hiervoor is dat de STEP-regeling verdergaande renovatie met hogere investeringskosten stimuleert, terwijl bij de lokale prestatieafspraken ook kleinere investeringen per woning worden verondersteld zoals plaatsing van een efficiëntere gasketel of meer isolerend glas. De eindgebruikerkosten zijn niet in beeld gebracht, maar de vermeden energiebelasting voor de eindgebruiker is een bate die leidt tot lagere netto investeringskosten. Wat betreft de nationale kosten vanuit maatschappelijk perspectief zijn subsidies en belastingen een overdracht en is er dus geen bate of kostenpost.

Hoofdstuk 6. Bevindingen

Dit hoofdstuk presenteert de bevindingen op basis van de doorgerekende maatregelen uit hoofdstuk 5. Er is gekozen voor drie 'horizonnen' om de bevindingen te stroomlijnen. De logica van de horizonnen is als volgt:

- Horizon 1 beschrijft - conform de motie Leegte/Van Veldhoven - de kosten per vermeden ton CO_2 van het huidige vastgestelde en voorgenomen beleid, hoofdzakelijk op basis van de maatregelen van het Energieakkoord. Deze kosten vormen dus een maatstaf voor effectiviteit indien de bijdrage van Energieakkoord maatregelen aan CO_2-reductie wordt gerelateerd.
- Horizon 2 focust - in het kader van Urgenda - op de kosten per vermeden ton CO_2 van mogelijke nieuwe maatregelen, met het oog op een versnelling van de broeikasgasreductie tot en met 2020 alléén op Nederlands grondgebied.[41]
- Horizon 3 gaat in op verschillende manieren om het Nederlandse klimaatbeleid vorm te geven vanuit een langetermijnperspectief.

Voordat de horizonnen worden gepresenteerd, moet worden bedacht dat een eenzijdige focus op de kosten per vermeden ton CO_2 geen recht doet aan alle nuances bij het vormen van klimaatbeleid. Horizon 1 en 2 passen daarmee niet per definitie binnen de lessen voor vormgeving van het klimaatbeleid van Hoofdstuk 4. Dat geldt wel voor Horizon 3.

Het is verder belangrijk nogmaals te wijzen op het verschil tussen de maatregelen met een effect in de sectoren die onder het Europese Emissiehandelssysteem (ETS) vallen, en de maatregelen met een effect in de niet-ETS-sectoren. De maatregelen in het ETS zorgen in eerste instantie voor broeikasgas reductie. Zij zullen uiteindelijk vanwege het waterbedeffect (zie hoofdstuk 4) niet direct bijdragen aan daadwerkelijke vermindering van de uitstoot van broeikasgassen EU-breed. Daarom is in lijn met de knip tussen ETS en niet-ETS in Hoofdstuk 5, ook hier in de tabellen aangegeven welk deel van de broeikasgasreductie plaatsvindt in de niet-ETS-sector.

Zoals in hoofdstuk 5 is aangegeven, mogen de effecten van de genoemde maatregelen niet zomaar worden opgeteld en kunnen onderstaande horizonnen dus ook niet als 'beleidspakketten' worden beschouwd. Voor het samenstellen van mogelijke samenhangende pakketten is additioneel onderzoek nodig. Bovendien vergt het doorrekenen van samenhangende beleidspakketten een keuze voor bepaalde maatregelen. Het IBO laat deze keuze aan de politiek en reikt met de doorrekening van de individuele maatregelen en de beschouwing daarvan binnen de drie horizonnen bouwstenen aan voor te formuleren beleid op korte of langere termijn.

[41] Horizon 1 presenteert cijfers voor totale emissiereductie (ETS in buitenland + ETS in binnenland + niet-ETS in binnenland, niet rekening houdend met het waterbedeffect). Horizon 2 voor emissiereductie in binnenland (ETS in binnenland + niet-ETS in binnenland, uiteraard ook niet rekening houdend met het waterbedeffect).

Horizon 1: Bestaand beleid tot en met 2020 (hoofdzakelijk Energieakkoord)

In deze horizon worden de bevindingen geschetst voor het bestaande beleid. Doorgerekend zijn voornamelijk de maatregelen van het Energieakkoord. Het is daarbij goed te bedenken dat de afspraken in het Energieakkoord voornamelijk gericht zijn op het realiseren van energiebesparing en hernieuwbare energie en dat de maatregelen uit het Energieakkoord niet (rechtstreeks) zien op CO_2-reductie. Deze maatregelen leveren daar natuurlijk wel een bijdrage aan.

Bijdrage van het bestaande beleid aan de reductie van CO2-uitstoot
Tabel 6.1 hieronder laat de bijdrage van de verschillende maatregelen aan broeikasgasreductie in 2020 zien, zowel in totaal[42] als voor de niet-ETS-sectoren. De reductie in de niet-ETS-sectoren wordt ook getoond in het tweede, groene deel van de tabel omdat Nederland hier een nationaal doel voor heeft, en vanwege het waterbedeffect (zie inleiding van dit hoofdstuk).

Tabel 6.1 Bijdrage van maatregelen uit horizon 1 aan broeikasgasreductie in 2020

Broeikasgasreductie	**Totaal**		**waarvan in niet-ETS-sectoren**	
(Mton CO2-equivalenten)	2020	2030	2020	2030
Verscherpte handhaving Wet Milieubeheer	1,0	1,0	0,5	0,8
EU-norm CO2-uitstoot personenauto's naar 95g/km	0,7	3,1	0,6	2,9
BENG-eisen nieuwbouw utiliteitsbouw		0,7	0,0	0,0
Sluiting oude kolencentrales van voor 1990	0,7	-0,2	0,0	0,0
SDE+-regeling biomassameestook kolencentrales	4,3	3,5	0,0	0,0
SDE+-regeling wind op land	3,7	7,4	0,0	0,0
Afspraken gemiddeld label B huurwoningen	0,4		0,4	0,0
SDE+-regeling wind op zee	3,6	7,2	0,0	0,0
SDE+-regeling grootschalig zon-pv	0,9	2,7	0,0	0,0
BENG-eisen nieuwbouw woningen		0,9	0,0	0,2
Salderingsregeling zon-pv kleinverbruikers	0,7	0,9	0,0	0,0
STEP-regeling (huursector)	0,1	0,1	0,1	0,1
Fiscaal stimuleren nulemissieauto's	0,0	0,1	0,1	0,3

Aan de hand van deze tabel kunnen de volgende conclusies worden geformuleerd:
- De bijdrage aan de reductie van broeikasgassen van de verschillende maatregelen loopt sterk uiteen.
- De maatregelen die leiden tot de grootste reductie van broeikasgassen zijn de maatregelen om hernieuwbare energie te stimuleren in de energiesector. Bijvoorbeeld wind op land SDE+, wind op zee SDE+, biomassa SDE+ en grootschalig zon-pv SDE+ dragen meer bij dan de meeste andere doorgerekende maatregelen voor het bestaande beleid.
- Over het algemeen leveren de maatregelen gericht op energiebesparing minder reductie op dan de maatregelen gericht op hernieuwbare energie.
- De bijdrage van de maatregelen in de gebouwde omgeving aan de broeikasgasreductie in 2020 is beschouwd vanuit de eindverbruikerssectoren substantieel. Sommige maatregelen hebben in 2020 nog geen effect, zoals de eisen voor nieuwbouw (BENG-eisen). Opvallend is daar overigens dat het volledige reductie-effect van de BENG-eisen voor de utiliteitsbouw en de woningen binnen de ETS-sectoren zal vallen, omdat de doorrekening veronderstelt dat er als gevolg van deze maatregel alleen besparing van elektriciteit plaats vindt. Dit terwijl de maatregel op zichzelf ook gericht is op gasbesparing dat onder de niet-ETS-sectoren wordt geschaard. Na 2020 hebben de afspraken met verhuurders om hun woningvoorraad te upgraden naar gemiddeld label B geen effect meer.
- Van de doorgerekende maatregelen hebben slechts enkele een impact op de niet-ETS-sectoren (in groen in tweede deel van de tabel).

[42] (ETS buiten NL + ETS binnen NL + in de niet-ETS-sectoren)

Kosteneffectiviteit van het bestaande beleid

Tabellen 6.2 en 6.3 hieronder tonen de kosteneffectiviteit van de verschillende maatregelen. Het tweede deel van de tabellen in groen laat de kosteneffectiviteit zien van het beleid als alleen naar het effect in de niet-ETS-sectoren wordt gekeken.

Tabel 6.2 Nationale kosten van de maatregelen onder horizon 1

Nationale kosten	**per vermeden Mton CO2**		**per vermeden Mton CO2 in de niet-ETS-sectoren**	
(mln. euro)	2020	2030	2020	2030
Verscherpte handhaving Wet Milieubeheer	-71	-107	-143	-138
EU-norm CO2-uitstoot personenauto's naar 95g/km	-49	-136	-52	-145
BENG-eisen nieuwbouw utiliteitsbouw		-20		
Sluiting oude kolencentrales van voor 1990	25			
SDE+-regeling biomassameestook kolencentrales	53	18		
SDE+-regeling wind op land	73	20		
Afspraken gemiddeld label B huurwoningen	78		78	
SDE+-regeling wind op zee	116	65		
SDE+-regeling grootschalig zon-pv	159	89		
BENG-eisen nieuwbouw woningen		165		1007
Salderingsregeling zon-pv kleinverbruikers	269	232		
STEP-regeling (huursector)	517	486	517	486
Fiscaal stimuleren nulemissieauto's	916	90	453	37

Tabel 6.3 Overheidskosten van de maatregelen onder horizon 1

Overheidskosten	**per vermeden Mton CO2**		**Jaarlijkse kosten van de maatregel**	
(mln. euro)	2020	2030	2020	2030
Verscherpte handhaving Wet Milieubeheer	154	168	150	163
EU-norm CO2-uitstoot personenauto's naar 95g/km	251	256	165	795
BENG-eisen nieuwbouw utiliteitsbouw		398	0	297
Sluiting oude kolencentrales van voor 1990	-61		-43	3
SDE+-regeling biomassameestook kolencentrales	93	58	402	204
SDE+-regeling wind op land	81	20	303	149
Afspraken gemiddeld label B huurwoningen	148		59	
SDE+-regeling wind op zee	166	67	591	484
SDE+-regeling grootschalig zon-pv	155	58	147	157
BENG-eisen nieuwbouw woningen		358	0	339
Salderingsregeling zon-pv kleinverbruikers	418	970	309	904
STEP-regeling (huursector)	907	925	93	95
Fiscaal stimuleren nulemissieauto's	5700		235	

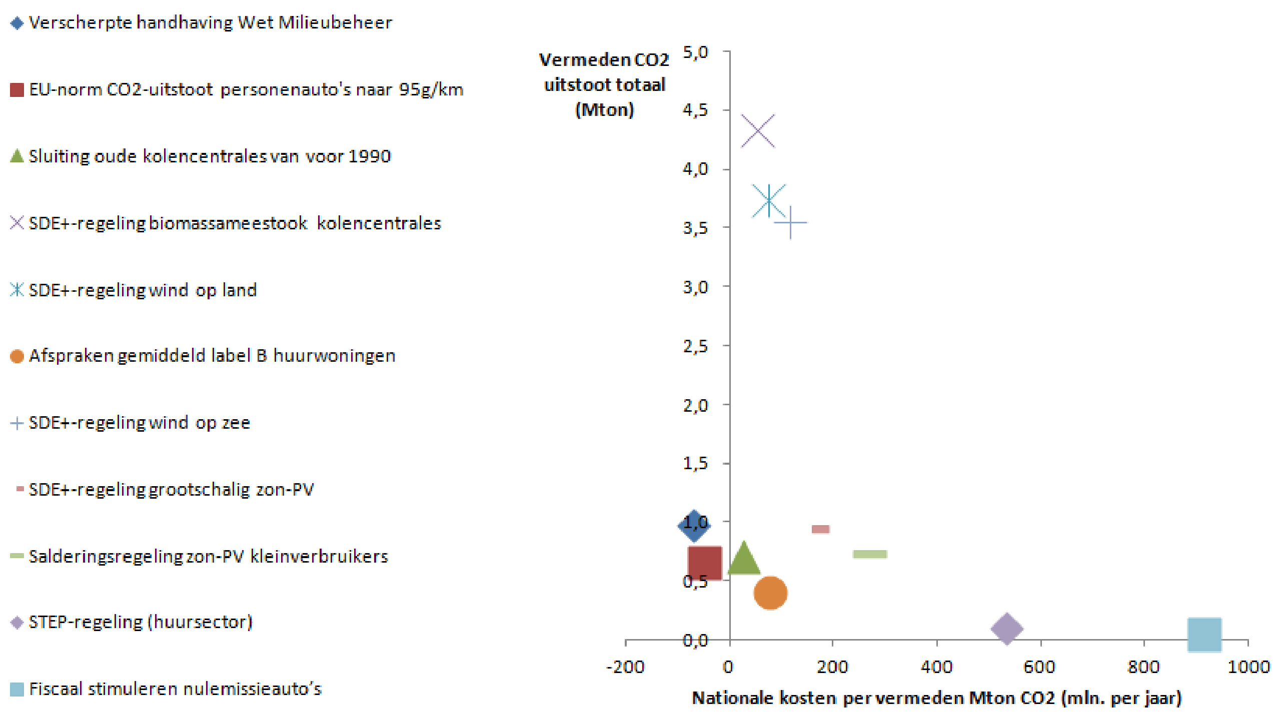
Aan de hand van deze tabellen kunnen de volgende observaties worden gedaan

– De kosten van de maatregelen voor het stimuleren van hernieuwbare energie zijn gematigd. Het stimuleren van biomassabijstook is het meest kosteneffectief. Wind op land is 1/3 duurder per vermeden ton CO_2, wind op zee is dubbel zo duur en grootschalige zon-pv is 2,5x zo duur. Salderen is zelfs 5x duurder dan biomassabijstook. Voor de overheid is de kosteneffectiviteit van het hernieuwbare energiebeleid over het algemeen gunstiger dan dat van de rest van de maatregelen.
– De kosteneffectiviteit van energiebesparingsmaatregelen loopt uiteen, er zijn maatregelen met zowel een hogere als een lagere kosteneffectiviteit dan hernieuwbaar. De kosteneffectiviteit van energiebesparing in de industrie (handhaving van de Wet Milieubeheer) is gunstig. In de

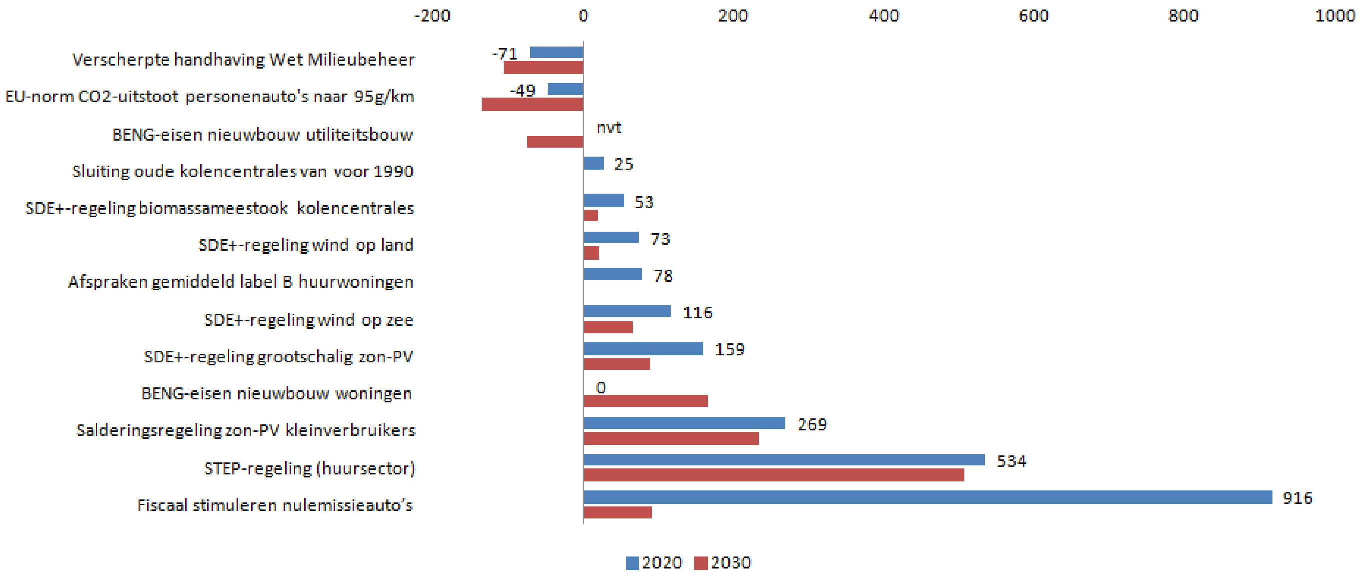
gebouwde omgeving zijn de lokale prestatieafspraken over energiebesparing met verhuurders - om tot gemiddeld label B te komen – even kosteneffectief als de maatregelen onder het ETS voor duurzame energie. De STEP-regeling daarentegen behoort tot de meest ineffectieve alternatieven. De reden hiervoor is dat de STEP-regeling verdergaande renovatie stimuleert met hogere investeringskosten, terwijl bij de lokale prestatieafspraken ook kleinere investeringen per woning worden verondersteld zoals plaatsing van een efficiëntere gasketel of meer isolerend glas. De vermeden energiebelasting voor de eindgebruiker worden maatschappelijk gezien als een overdracht en worden niet als bate meegeteld. Energiebesparing in de *nieuw*gebouwde omgeving (BENG-eisen nieuwbouw) is voor de utiliteitsbouw kosteneffectief met opbrengsten op de lange termijn (2030). Voor de woningen geldt dat niet.

- De kosteneffectiviteit van de maatregelen in de niet-ETS-sectoren loopt ver uiteen, van de doorgerekende maatregelen gaat het hier om meest effectieve en de minst effectieve maatregelen. Zie in groen de nationale kosteneffectiviteit van deze maatregelen. De maatregelen binnen de niet-ETS-sectoren hebben over het algemeen hogere overheidskosten per vermeden ton CO2 dan de overige maatregelen.
- Typen maatregelen: Maatregelen die uitgaan van normstelling zijn gemiddeld kosteneffectiever dan subsidies of fiscale stimuleringsmaatregelen. De hier doorgerekende fiscale stimuleringsmaatregelen zijn minder kosteneffectief dan de niet-fiscale maatregelen.

Figuur 6.1. CO2-reductie vs kosteneffectiviteit bestaande maatregelen



Figuur 6.2 Nationale kosten bestaande maatregelen per vermeden Mton CO2 (totaal, mln. per jaar)



Horizon 2: Aanvullende maatregelen waarmee een versnelling van de broeikasgasreductie tot 2020 wordt bereikt

In horizon 2 ligt - in het kader van de uitspraak van de rechtbank in de zaak Urgenda/Staat - de focus op nieuwe maatregelen.[43] Er wordt gekeken wat de kosten zijn van opties om in 2020, binnen Nederland, op een kosteneffectieve wijze een extra broeikasgasreductie van 14 à 15 Mton te realiseren bovenop de reductie die reeds gerealiseerd wordt in de baseline. 14 à 15 Mton komt overeen met een reductie van 25% ten opzichte van 1990. Met het op dit moment vastgestelde en voorgenomen beleid (NEV 2015) wordt 19% gerealiseerd.

Bijdrage van de nieuwe maatregelen aan de reductie van broeikasgassen
In onderstaande tabel 6.4 staat de bijdrage aan de broeikasgasreductie op Nederlands grondgebied van de mogelijke aanvullende maatregelen die door ECN en PBL doorgerekend zijn. De reductie in de niet-ETS-sectoren wordt ook getoond in het tweede, groene deel van de tabel omdat Nederland hier een nationaal doel voor heeft, en vanwege het waterbedeffect (zie inleiding van dit hoofdstuk).

Tabel 6.4 Bijdrage van maatregelen uit horizon 2 aan broeikasgasreductie in 2020

Broeikasgasreductie	**Totaal (binnen NL)**		**waarvan in niet-ETS-sectoren**	
(Mton CO2-equivalenten)	2020	2030	2020	2030
Verplichte toepassing zuiniger banden	1,2	1,3	1,1	1,2
Efficiencyverbetering vrachtauto's	0,0	0,5	0,0	0,5
Aanpassen 3e en 4e schijf EB: aardgas (+)	0,1	0,2	0,0	0,0
CO2 bodemprijs (Brits model) industrie	0,0	0,2	0,0	0,0
Aanpassen 1e schijf EB: aardgas (+) en elektriciteit (-)	0,0	0,1	0,0	0,0
CO2 bodemprijs (Brits model) elektriciteitsopwekking	4,6	8,6	0,0	0,0
Verdubbelen kolenbelasting elektriciteitsopwekking	-1,2	0,5	0,0	0,0
Opkoop ETS-rechten	1,0	1,0	0,0	0,0
Sluiting alle kolencentrales voor 2020	14,7	16,7	0,0	0,0
Ondersteuning kernenergie naar Brits model	0,0	2,9	0,0	0,0
Budgetneutrale prijsprikkel energie-intensieve industrie	0,6	1,6	0,0	0,0
Sluiting alle kolencentrales voor 2020 - herzien -	14,7	16,7	0,0	0,0
Terugdraaien verhoging maximumsnelheid	0,1	0,1	0,1	0,1
CCS demonstratieproject ROAD	1,2	1,2	0,0	0,0
Reductie methaanslip uit (WKK-)gasmotoren	1,0	0,9	1,2	1,1
Verplichting monovergisting van mest	1,3	5,4	1,3	5,4
Label C koopwoningen binnen 2 jaar na verhuizing	0,6	1,3	0,6	1,6
Verhogen aandeel hernieuwbare energie transport	0,6	1,4	0,6	1,3
Minimaal Label B huurwoningen	0,9	0,3	0,9	0,3
Kilometerheffing vrachtverkeer	0,4	0,5	0,4	0,4
Kilometerheffing personenverkeer	1,7	1,9	1,6	1,9
Aanpassen vrijstelling energiebelasting WKK	0,0	0,0	0,0	0,0

Aan de hand van deze tabel de volgende observaties:

- Er zit veel verschil tussen het potentieel per maatregel. Daarbij komen maar zeven van de maatregelen boven de 1 Mton uit.
- In de energieproductiesector zit duidelijk een substantieel extra reductiepotentieel. Twee maatregelen springen in het oog, namelijk de maatregel die ziet op het volledig sluiten van alle resterende kolencentrales, en de maatregel die volgens Brits model een CO_2 bodemprijs invoert voor de elektriciteitsopwekking. Bij de twee genoemde maatregelen zijn er grote verschillen tussen de effecten binnen Nederland en de effecten in binnen- en buitenland samen. Sluiting van de kolencentrales leidt binnen Nederland tot een substantieel reductie-effect maar leidt tegelijk tot import van elektriciteit. Indien hier rekening mee wordt gehouden valt het reductie-effect lager uit, zoals in tabel 6.5 te zien is.

[43] Rb. 's-Gravenhage 24 juni 2015, ECLI:NL:RBDHA:2015:7145.

Tabel 6.5 Verschil emissiereductie binnen Nederland en op Europese schaal (zonder waterbedeffect)

	Emissiereductie	
	binnen NL	**totaal**
Sluiting alle kolencentrales voor 2020	14,7	8,1
CO2 bodemprijs (Brits model) elektriciteitsopwekking	4,6	1,4

Een andere maatregel in de energiesector met potentieel is kernenergie. Deze maatregel kan echter niet voor 2020 geïmplementeerd worden en heeft dus pas na 2020 effect. Daarnaast valt op dat het ROAD-project voor CO_2-opvang en opslag (CCS), hoewel dit project niet primair voor broeikasgasreductie bedoeld is, ook voor 2020 al een reducerend effect heeft van meer dan 1 Mton.

- In de landbouw zit met de nu doorgerekende maatregelen een bescheiden, maar niet te verwaarlozen reductiepotentieel, met twee maatregelen die op of boven de 1 Mton uitkomen: de verplichting monomestvergisting van mest naar groen gas en de reductie van methaanslip uit (WKK-)gasmotoren. De eerstgenoemde maatregel wordt op de lange termijn (2030) nog een stuk effectiever.
- Enkele maatregelen binnen de sector transport kunnen ook nog zorgen voor reductie van 1 of meer Mton: de EU-verplichting energiebesparende banden, de kilometerheffing personenverkeer. Bij de eerste van deze twee moet de opmerking worden gemaakt dat deze alleen binnen een Europese context kan worden gerealiseerd, maar nog niet op de agenda staat en dus niet voor 2020 ingevoerd zal worden. Ook de efficiencyverbetering vrachtauto's kan alleen op EU niveau worden ingevoerd.
- Binnen de niet-ETS-sectoren vallen de zojuist genoemde maatregelen in de landbouw en in de transportsector op qua reductiepotentieel.
- Zoals bekend leiden de maatregelen met een effect in de ETS-sectoren wel tot reductie van uitstoot op Nederlandse bodem, maar niet EU-breed. De enige maatregel uit de lijst doorgerekende maatregelen die effect heeft op de ETS-sectoren én tegelijk effect heeft op de uitstoot van de EU als geheel is het opkopen van ETS-rechten. Hiermee wordt de totale CO_2-uitstoot die mogelijk is binnen de EU tot en met 2020 gereduceerd met het aantal rechten dat wordt aangekocht tegen de ETS-prijs (momenteel onder de 10 euro per ton). Het reductiepotentieel is dus zo groot als gewenst, maar reductie vindt niet per se op Nederlands grondgebied plaats en ook niet per se voor 2020. Deze maatregel illustreert ook hoe kosteneffectief het is om in te zetten op aanscherping van het emissiehandelssysteem, dit is wellicht de meest kosteneffectieve beleidsingreep denkbaar. De maatregel is echter door de rechter uitgesloten als manier om te voldoen aan een reductiedoelstelling op Nederlands grondgebied in het kader van de uitspraak van de rechtbank in de zaak Urgenda/Staat.
- Het is denkbaar dat het nemen van bepaalde maatregelen met effect op Nederlands grondgebied binnen ETS-sectoren wordt gecombineerd met het aankopen van ETS-rechten. In dat geval is er net zoals bij alleen opkopen van ETS-rechten wél een effect op zowel de Nederlandse als de EU-brede uitstoot. Er zullen elk jaar nieuwe rechten aangekocht moeten worden aangezien de rechten voor 1 jaar uitstoot gelden. De kosten van een dergelijke compensatie van het waterbedeffect zullen variëren met de fluctuaties en voorziene stijging in de ETS-prijs.

Kosteneffectiviteit van de nieuwe maatregelen

Tabellen 6.6 en 6.7 hierna tonen de kosteneffectiviteit van de verschillende nieuwe maatregelen. Het tweede deel van de tabellen in groen laat de kosteneffectiviteit zien van het beleid als alleen naar het effect in de niet-ETS-sectoren wordt gekeken.

Tabel 6.6 Nationale kosten van de maatregelen onder horizon 2

Nationale kosten	per vermeden Mton CO2 (binnen NL)		per vermeden Mton CO2 in de niet-ETS-sectoren	
(mln. euro)	2020	2030	2020	2030
Verplichte toepassing zuiniger banden	-187	-277	-201	-301
Efficiencyverbetering vrachtauto's		-128		-137
Aanpassen 3e en 4e schijf EB: aardgas (+)	-18	-92		
CO2 bodemprijs (Brits model) industrie		4		
Aanpassen 1e schijf EB: aardgas (+) en elektriciteit (-)		12		
CO2 bodemprijs (Brits model) elektriciteitsopwekking	1	17		
Verdubbelen kolenbelasting elektriciteitsopwekking		19		
Opkoop ETS-rechten	11	20		
Sluiting alle kolencentrales voor 2020	17	36		
Ondersteuning kernenergie naar Brits model		109		
Budgetneutrale prijsprikkel energie-intensieve industrie	33	112		
Sluiting alle kolencentrales voor 2020 - herzien -	45	48		
Terugdraaien verhoging maximumsnelheid	59	164	63	175
CCS demonstratieproject ROAD	65	57		
Reductie methaanslip uit (WKK-)gasmotoren	66	72	56	60
Verplichting monovergisting van mest	132	128	131	126
Label C koopwoningen binnen 2 jaar na verhuizing	220	243	194	204
Verhogen aandeel hernieuwbare energie transport	223	131	238	141
Minimaal Label B huurwoningen	265	237	265	237
Kilometerheffing vrachtverkeer	294	306	310	322
Kilometerheffing personenverkeer	490	472	524	472
Aanpassen vrijstelling energiebelasting WKK				

Tabel 6.7 Overheidskosten van de maatregelen onder horizon 2

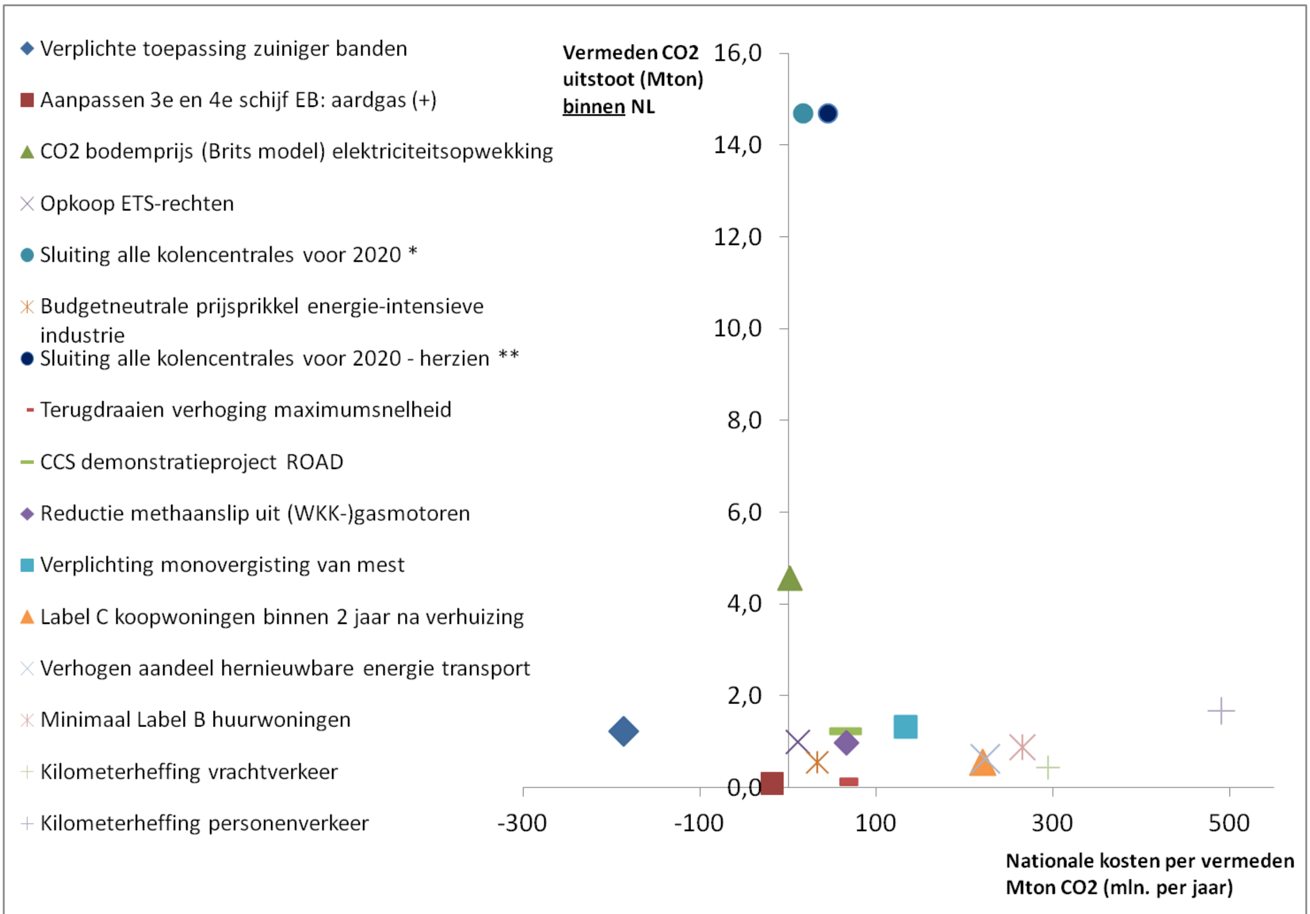
Overheidskosten	per vermeden Mton CO2 (binnen NL)		Jaarlijkse kosten van de maatregel	
(mln. euro)	2020	2030	2020	2030
Verplichte toepassing zuiniger banden	219	224	267	295
Efficiencyverbetering vrachtauto's		174		91
Aanpassen 3e en 4e schijf EB: aardgas (+)	-1189	-339	-108	-80
CO2 bodemprijs (Brits model) industrie		-3185	-184	-603
Aanpassen 1e schijf EB: aardgas (+) en elektriciteit (-)		102	4	13
CO2 bodemprijs (Brits model) elektriciteitsopwekking	-18	-9	-84	-73
Verdubbelen kolenbelasting elektriciteitsopwekking		-9	42	-5
Opkoop ETS-rechten	11	20		
Sluiting alle kolencentrales voor 2020	-33	-17	-478	-286
Ondersteuning kernenergie naar Brits model		199		584
Budgetneutrale prijsprikkel energie-intensieve industrie	16	6	9	9
Sluiting alle kolencentrales voor 2020 - herzien -	15	-24	227	-407
Terugdraaien verhoging maximumsnelheid	258	262	32	30
CCS demonstratieproject ROAD	46	39	57	47
Reductie methaanslip uit (WKK-)gasmotoren	0	0	0	0
Verplichting monovergisting van mest	150	146	198	779
Label C koopwoningen binnen 2 jaar na verhuizing	78	61	43	82
Verhogen aandeel hernieuwbare energie transport	0	0	0	0
Minimaal Label B huurwoningen	139	157	123	42
Kilometerheffing vrachtverkeer	-1365	-1355	-592	-637
Kilometerheffing personenverkeer	-821	-727	-1365	-1387
Aanpassen vrijstelling energiebelasting WKK			-83	-55

* Dit cijfer is exclusief het eventuele risico op juridische claims in verband met de sluiting van nieuwe centrales
NB Kosteneffectiviteit van maatregelen die geen / negatief effect op de uitstoot hebben wordt niet getoond.

Aan de hand van deze tabellen de volgende observaties:

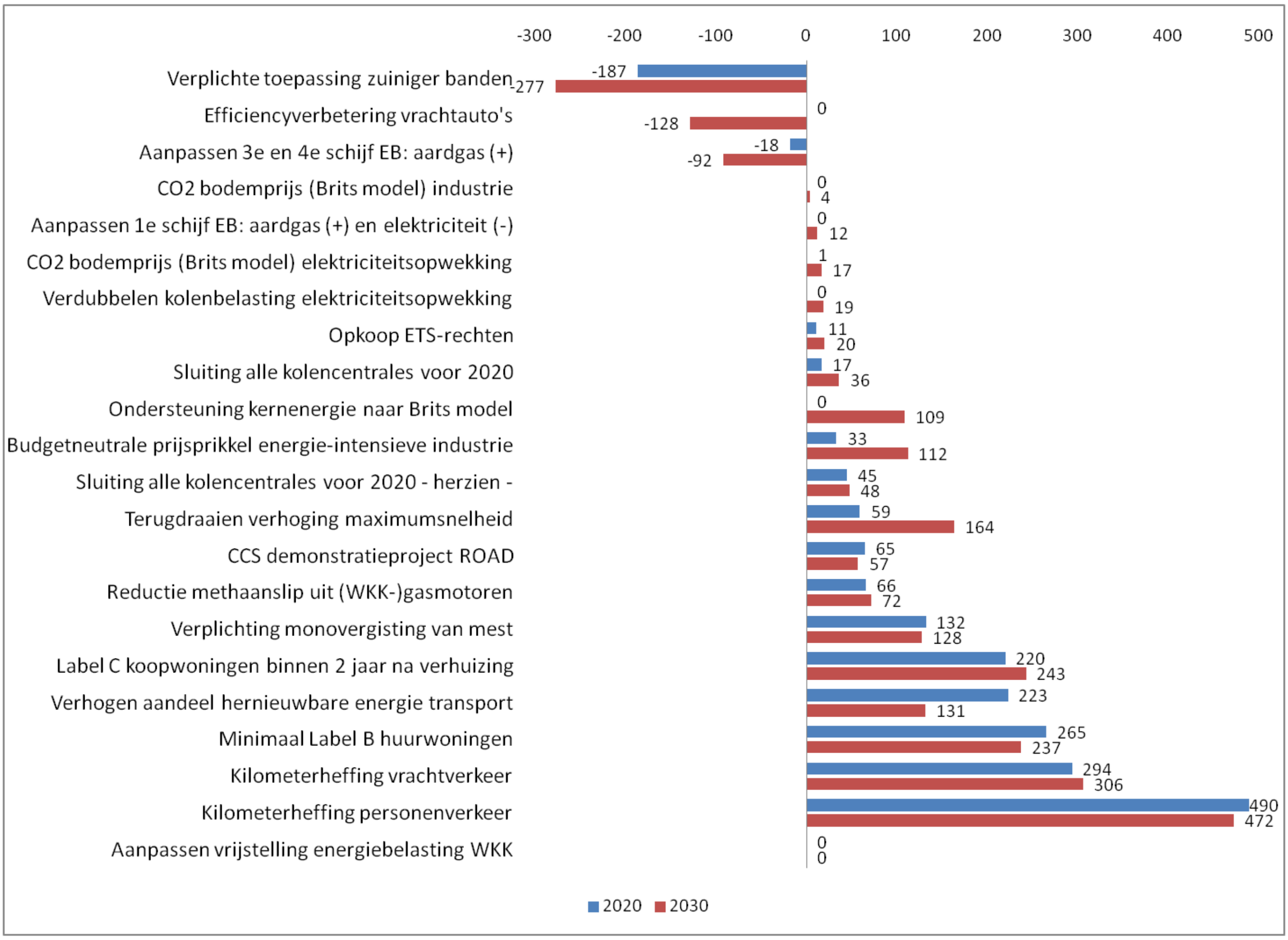
- De meest kosteneffectieve maatregelen zijn te vinden in de energiesector en in de industrie. Dit spoort met de notie dat deze sectoren onder het ETS vallen, waar de prijsprikkel van de ETS-prijs al een tijd laag is. In de energiesector zijn de CO_2-bodemprijs voor de elektriciteitsopwekking en CCS relatief kosteneffectief. Richting 2030 wordt ook kernenergie kosteneffectief. Twee maatregelen in de industrie met een gunstige kosteneffectiviteit zijn de budgetneutrale prijsprikkel voor de energie-intensieve industrie en het aanpassen van de 3e en 4e schijf van de energiebelasting op aardgas.
- In de gebouwde omgeving en in de transportsector komen maatregelen met een minder gunstige kosteneffectiviteit voor. De laatste heeft echter ook een paar kosteneffectieve maatregelen. Zo heeft de EU-verplichting energiebesparende banden een gunstige nationale kosteneffectiviteit, met opbrengsten per vermeden ton CO2. De kosteneffectiviteit vanuit het oogpunt van de overheid van deze maatregel is weer lager, vanwege lagere accijnsinkomsten. Ook de verhoging van de maximumsnelheid is relatief effectief vanuit nationale kosten geredeneerd. Wanneer alleen bekeken vanuit het oogpunt van de overheidskosten, zijn ook het verhogen van het aandeel biobrandstoffen en het invoeren van een kilometerheffing voor het vrachtverkeer kosteneffectief.
- In de landbouw heeft de reductie van methaanslip uit (WKK-)gasmotoren een gunstige nationale- en overheidskosteneffectiviteit.
- Qua typen maatregelen valt het grootste deel van de nieuwe maatregelen onder normstelling of maatregelen met een fiscaal aspect. De kosteneffectiviteit van deze fiscale maatregelen is wisselend.

Figuur 6.3 CO_2-reductie binnen NL vs kosteneffectiviteit maatregelen (2020)



* Dit cijfer is exclusief het eventuele risico op juridische claims in verband met de sluiting van nieuwe centrales.
** Dit cijfer is gecorrigeerd voor de bijkomende kosten om het aandeel hernieuwbare energie op peil te houden.
NB Maatregelen die geen effect hebben, of die een negatief effect hebben op de uitstoot worden niet getoond.

Figuur 6.4 Nationale kosten maatregelen horizon 2 per vermeden Mton CO2 (totaal, mln. per jaar) binnen NL



Horizon 3: Beleid voor de lange termijn (2050)

Horizon 3 beziet het klimaatbeleid inclusief mogelijk te nemen maatregelen vanuit een langetermijnperspectief. In Hoofdstuk 3 waren al de bouwstenen voor de technologische transitie naar een CO_2-arme samenleving in Nederland genoemd. Indien Nederland een reductie van broeikasgassen wil bereiken in lijn met de 2050-doelstelling van de EU moet het tempo van emissiereductie omhoog. In hoofdstuk 4 zijn zes lessen voor de vormgeving van klimaatbeleid geformuleerd. Binnen deze horizon wordt beschouwd wat deze lessen betekenen voor Nederland wanneer zij vanuit het langetermijnperspectief worden bezien. De dilemma's worden bij elke les toegelicht. Dit leidt ook tot bevindingen ten aanzien van de doorgerekende maatregelen.

LES 1 Zorg voor een adequate beprijzing van $CO_{2\text{-}eq}$

- De eerste vraag is hier of beprijzing, en daarmee de aanpak van klimaatverandering, op dit moment voldoende plaatsvindt. In de niet-ETS-sectoren is beprijzing vaak lastig en bestaan in EU-verband afspraken die nagekomen worden. Hier kan Nederland voor naleving van de eigen nationale doelen zorgen. Wat betreft de ETS-sectoren is het van belang dat het ETS zorgt voor een adequate beprijzing. In principe zou de huidige lage prijs van een emissierecht onder het ETS geen probleem hoeven te zijn indien men erop vertrouwt dat de geplande afname van het aantal rechten leidt tot de geplande afname van emissies. Indien men hier echter risico's ziet, zoals het ontbreken van prikkels voor investeringen in CO_2-reductie en innovatie of voor het gewenste tempo van de lange termijntransitie, dan zijn er meerdere opties om naar een betere beprijzing te streven.
- Daarbij moet een afweging gemaakt worden, of dit op EU-niveau of op nationaal niveau moet gebeuren. De meest kosteneffectieve strategie is om op EU-niveau in te zetten op versterking van het ETS die dan moet leiden tot een hogere prijs. In samenspraak met andere EU-landen is hier wellicht momentum voor na de top in Parijs. Aanscherping kan onder andere via het sneller laten dalen van het plafond of het overschot van emissierechten uit de markt halen via het MSR. Dit zorgt ervoor dat EU-breed de uitstoot daadwerkelijk daalt en dat dit gebeurt waar dit tegen de laagste kosten mogelijk is. Een andere manier om op EU-niveau actie te ondernemen is de aankoop van ETS-rechten. Hiermee wordt de totale CO_2-uitstoot die mogelijk is binnen de EU tot en met 2020 gereduceerd met het aantal rechten dat wordt aangekocht tegen de ETS-prijs (momenteel onder de 10 euro).
- Indien actie in EU-verband niet afdoende is, kan ook de beslissing genomen worden om beprijzing aanvullend nationaal te regelen zoals in het Verenigd Koninkrijk al het geval is. Het beleid moet dan wel gericht zijn op de langetermijntransitie en om lock-in in vervuilende technologie te voorkomen. Een evt. maatregel hierbij is een nationale CO_2-bodemprijs voor de elektriciteitsopwekking en industrie. Er dient dan wel te worden geaccepteerd dat dit niet automatisch leidt tot minder uitstoot EU-breed (als gevolg van het waterbedeffect). Daarnaast hebben nationale maatregelen voor bedrijven consequenties voor het level playing field tussen het Nederlandse bedrijfsleven en dat van de rest van Europa. Alleen indien dergelijk aanvullend beleid wordt gekoppeld aan het opkopen van ETS-rechten, zal er daadwerkelijk een reductie-effect optreden. Kosten voor dit 'dubbele effect' zijn uiteraard hoger.

LES 2 Stimuleer zo nodig klimaatinnovatie naast het klimaatbeleid en generieke innovatiebeleid

- Nederland kan meer aandacht aan klimaatonderzoek en -innovatie schenken wanneer er te weinig klimaatinnovatie tot stand komt als gevolg van het algemene klimaatbeleid (beprijzing van CO_2) en het generieke innovatiebeleid. Of er te weinig tot stand komt hangt af van de mate waarin beprijzing van CO_2 afdoende geregeld is (LES 1). Nadenken over innovatie is dus stap 2. Via innovaties kunnen nieuwe kosteneffectieve technieken worden ontwikkeld en zodanig tijdig worden uitgerold dat zij voor 2050 een positieve bijdrage kunnen leveren aan de vereiste reductie van broeikasgassen.
- Vervolgens is het de vraag of meer learning by research, learning by doing of learning by using nodig is. Een uitspraak hierover vergt evaluatie van het huidige innovatiebeleid en valt buiten de scope van dit IBO. Dit geldt ook voor de vraag hoeveel stimulans (overheidsbudget) er dan nodig is.

- Het is verstandig als het innovatiebeleid wordt vormgegeven binnen de kaders van de portefeuillebenadering (LES 4). Dit zorgt voor een coherente aanpak.
- Het is daarbij niet realistisch te verwachten dat onderzoeks- en innovatiebeleid alleen in Nederland tot grote omwentelingen zal leiden. Hoe abstracter en fundamenteler het onderzoek, hoe logischer het is voor Nederland om de aansluiting met het buitenland te zoeken. Hoe meer het echter gaat om demonstratie van technieken, of innovatie bij uitrol van technieken die specifiek relevant zijn voor Nederland, hoe logischer binnenlands beleid is. Wanneer met die blik naar de doorgerekende maatregelen gekeken wordt, vallen CO2-afvang en opslag (CCS ROAD), de mestvergisting naar groen gas en wind op zee op als maatregelen met potentieel voor innovatie bij uitrol in Nederland.
- Voor innovatie zijn ook ambitieuze normen die geloofwaardig kunnen worden afgedwongen belangrijk. Normstellende maatregelen op EU-niveau zijn bijvoorbeeld nuttig, zoals een verdere aanscherping van de EU-normstelling personenauto's, een nieuwe EU-normstelling vrachtauto's, of een EU-verplichting voor energiebesparende banden in het personenverkeer, bestelverkeer en vrachtverkeer. Verdergaande normstelling uiteindelijk naar nulemissieauto's zou de huidige dure fiscale stimuleringsmaatregelen overbodig maken. Ook kan gekeken worden naar normstelling voor allerlei apparaten (koelkasten, Pc's etc.).

LES 3 Bevorder de aanleg van de benodigde infrastructuur voor klimaatvriendelijke technologie, voorkom hierbij lock-in

- Omdat het een publieke taak is om te zorgen voor een goed functionerende infrastructuur in Nederland, zal het zorgen voor de aanleg van de benodigde infrastructuur voor klimaatvriendelijke technologie altijd nodig zijn, onafhankelijk van de manier van beprijzing van CO_2.
- Het is verstandig als ook het infrastructuurbeleid wordt vormgegeven binnen de kaders van de brede, adaptieve portefeuillebenadering. Telkens dient coherentie te bestaan tussen de wijze waarop ingezet wordt in het innovatiebeleid, en de aanleg en onderhoud van de vereiste infrastructuur. Bij vrijwel alle maatregelen is het belangrijk om na te denken over de bijbehorende infrastructuur: in de energiesector zullen pieken en dalen in de energieproductie een wissel trekken op het net, in de transportsector zijn voor nieuwe 'brandstoffen' (waterstof / elektriciteit) ook nieuwe netwerken nodig, in de gebouwde omgeving kan een overstap naar stadsverwarming of elektrificatie gevolgen hebben voor de benodigde infrastructuur.
- Infrastructuurbeleid kan echter erg duur worden, wanneer geen keuzes in de energietransitie worden gemaakt, of een ingezette koers veelvuldig wordt verlaten (LES 6). Een grote nadruk op bijvoorbeeld wind op zee vereist immers een geheel andere infrastructuur dan een nadruk op zon-pv in de gebouwde omgeving. Als keuzes ontbreken, dreigt het gevaar dat netwerkbedrijven te veel moeten investeren.
- De vraag resteert in welke mate er parallelle netwerken moeten worden onderhouden met het oog op het spreiden van de kansen. Moet bijvoorbeeld een waterstofnetwerk voor wegverkeer worden aangelegd naast een netwerk van elektrische oplaadpunten? Of een gas-infrastructuurnet naast een warmte infrastructuurnet? Schone technologie kan voorbijgestreefd worden door nóg schonere technologie. Ook hier is periodieke afweging nodig.

LES 4 Hanteer als overheid een brede, adaptieve portefeuillebenadering bij de inzet op technieken

- Ook wanneer al met beprijzing van CO_2-prikkels worden gegeven aan bedrijven zodat zij minder gaan uitstoten, blijft het nodig om vanuit beleid na te denken over technieken. Het is altijd nuttig om het innovatiebeleid en het infrastructuurbeleid op elkaar te laten aansluiten rond de voor de transitie essentiële bouwstenen uit hoofdstuk 3. Het toepassen van een brede, adaptieve portefeuillebenadering legt nog niet vast in welke mate er naast beprijzing additioneel beleid wordt gevoerd. Maar hoe omvangrijker eventueel additioneel beleid, hoe belangrijker een goede portefeuillebenadering.
- Het zou praktisch zijn als de verantwoordelijkheid voor een portefeuillebenadering bij één ministerie komt te liggen, inclusief de bijbehorende budgetten.

LES 5 Stuur vanuit de optiek van kosteneffectiviteit primair op de reductie van CO_2-uitstoot

- Primair sturen op reductie van broeikasgassen in het kader van het klimaatbeleid betekent in het geval van Nederland dat na 2020/2023 niet meer gestuurd hoeft te worden op een doel voor energiebesparing of voor uitrol van hernieuwbare energie. Energiebesparing en hernieuwbare energie kunnen wel ingezet worden om de uitstoot van broeikasgassen te reduceren. Het is de vraag of het geld voor de huidige regeling gericht op uitrol van hernieuwbare energie (via de SDE+) niet beter op een andere manier te besteden is binnen het klimaatbeleid, met meer oog voor de technieken van de toekomst. Uiteraard stimuleert de SDE+ hernieuwbare energie niet alleen om hiermee klimaatverandering tegen te gaan maar worden daardoor ook hernieuwbare energieopties bevoordeeld met het oog op het realiseren van een beoogd aandeel hernieuwbare energie.
- Of ook op nationaal niveau op reductie van broeikasgassen gestuurd wordt in de ETS-sectoren hangt af van de keuzes onder LES 1. In elk geval heeft de doorrekening aangetoond dat het mogelijk is om voor de nabije toekomst kosteneffectieve beleidsmaatregelen te selecteren die zorgen voor CO_2-reductie in de niet-ETS-sectoren. Deze maatregelen dragen daarmee bij aan het halen van het in EU-verband verplichte nationale doel voor de niet-ETS-sectoren in 2020 en 2030. Het is wel belangrijk dat deze maatregelen ook passen in het traject richting 2050.
- Dergelijke maatregelen zijn bijvoorbeeld verplichtende maatregelen in de transportsector. In de gebouwde omgeving lijkt het nu al inzetten op de BENG-eisen voor nieuwbouw met het oog op de op termijn stijgende energie- en CO_2-prijzen kosteneffectief te zijn. Maatregelen met betrekking tot energiebesparing in de bestaande bebouwing zullen pas over een tijd kosteneffectief worden relatief tot andere maatregelen die nu genomen kunnen worden. Voorts is het belangrijk ervoor te zorgen dat natuurlijke renovatiemomenten goed benut worden zonder belemmerend te werken voor verdergaande verduurzaming.

LES 6 Borg dat het overheidsbeleid koersvast is

- Het is de uitdaging om koersvast overheidsbeleid te voeren, maar tegelijk met adaptief beleid in te springen op de behoeften van de markt wanneer technologische vooruitgang hier aanleiding toe geeft. Vandaar de noodzaak om periodiek te evalueren op vaste momenten. En alleen de technieken waarop ingezet wordt te laten variëren, niet de instrumenten.

Hoofdstuk 7. Conclusies en aanbevelingen

Horizon 1: Bestaand beleid

- Er zit veel variatie in de bijdrage aan CO_2-reductie en de kosten per vermeden ton CO_2 van de maatregelen binnen het bestaande beleid. De maatregelen om hernieuwbare energie te stimuleren in de energiesector hebben bijvoorbeeld een grote impact op CO_2-reductie en gematigde nationale kosten vergeleken met de rest van de maatregelen. De maatregelen gericht op energiebesparing leveren minder CO_2-reductie, en de nationale kosten van deze maatregelen variëren sterk. Van de doorgerekende maatregelen leiden slechts enkele tot CO_2-reductie in de niet-ETS-sectoren. Ook zijn er verschillen tussen typen maatregelen (normstelling, subsidies, fiscale stimuleringsmaatregelen).
- Het Energieakkoord is vooral gericht op het realiseren van doelen voor energiebesparing en hernieuwbare energie en niet op de reductie van broeikasgassen. Wanneer de eerste twee doelen als uitgangspunt worden genomen leidt dit tot andere uitkomsten qua effectiviteit, die niet behoeven te sporen met de in dit rapport ingeschatte uniforme meetlat op basis van kosten per ton vermeden CO_2.
- Energiebesparing en hernieuwbare energie zijn vooral middelen om achterliggende beleidsdoelen te bereiken zoals het tegengaan van klimaatverandering, het veiligstellen van de energievoorzieningszekerheid of het tegengaan van luchtverontreiniging. Het is dus nuttig om vanuit het perspectief kosteneffectiviteit in euro per vermeden ton CO_2 nog eens naar het Energieakkoord te kijken tijdens de evaluatie in 2016.

> **Aanbeveling**:
> Houd bij de evaluatie van het Energieakkoord in 2016 ook rekening met de bevindingen van dit IBO-rapport over kosteneffectiviteit in euro per vermeden ton CO_2.

Horizon 2: Aanvullend beleid gericht op versnelling van de broeikasgasreductie tot 2020

- Het bereiken van een reductie van 14 à 15 Mton die nodig is om aan de gerechtelijke uitspraak inzake Urgenda (25% CO_2-reductie) te voldoen is complex. Daarnaast kan de kosteneffectiviteit van bepaalde maatregelen uiteindelijk teniet worden gedaan door waterbedeffecten binnen de EU. De eis van 25% reductie binnen Nederland verhoudt zich slecht tot het Europese kader van doelen voor ETS- en niet-ETS-sectoren. Extra maatregelen in de sfeer van energiebesparing en hernieuwbare energie zijn lastig, omdat er al vol wordt ingezet op volledig uitvoeren van het Energieakkoord. Voor de korte termijn blijven daardoor alleen relatief dure maatregelen over. Maatregelen kunnen vaak niet voor 2020 geïmplementeerd worden of leveren in 2020 nog geen maximaal reductie-effect. Andere maatregelen kunnen alleen in Europese context worden gerealiseerd of zijn kostenineffectief.
- Slechts één van de doorgerekende maatregelen heeft een reductiepotentieel waarmee het realiseren van de opgave mogelijk wordt: het volledig sluiten van de kolencentrales. Het nationale kostenbegrip bij deze maatregel is echter misleidend. Bij elke maatregel dient zorgvuldig te worden gekeken in hoeverre het nationale kostenbegrip geschikt is voor een uiteindelijke oordeelsvorming. Dit geldt zeker voor de maatregel van de sluiting van alle kolencentrales. Ten eerste blokkeert de maatregel de inzet van biomassa en moet, om de Europese doelen voor duurzame energie te halen gecombineerd worden met andere maatregelen. Als hiervoor gecorrigeerd wordt, dan verslechtert de kosteneffectiviteit. Ten tweede is er bij deze maatregel sprake van kapitaalvernietiging van nieuwe kolencentrales en loopt de overheid bij sluiting van kolencentrales een risico op schadeclaims van aandeelhouders. Het kostenbegrip heeft echter geen betrekking op effecten zoals kapitaalvernietiging, mogelijke schadeclaims, het moeilijker realiseren van de doelstellingen voor hernieuwbare energie en de energievoorzieningszekerheid. Daarnaast speelt hier ook het feit dat de maatregelen wel emissies binnen Nederland reduceren maar in principe niet tot CO_2-reductie EU-breed leiden (waterbedeffect). Wanneer deze maatregelen worden gekoppeld aan

het uit de markt halen van emissierechten door de overheid, zal er wel daadwerkelijk een reductie-effect optreden, maar de kosten van dit 'dubbele beleid' zijn dan hoger.

Aanbeveling:
Schenk, binnen de juridische ruimte die er is, zoveel mogelijk aandacht aan kosteneffectieve CO_2 reducerende maatregelen die passen binnen de Europese kaders, het lange termijn perspectief en de lessen voor het klimaatbeleid.

Horizon 3: Conclusies voor de lange termijn (2050)

- Bij de vormgeving van langetermijnklimaatbeleid is het verstandig om primair te sturen op CO2-uitstoot en te zorgen voor een adequate beprijzing van CO2. De meest kosteneffectieve strategie is om op EU-niveau in te zetten op versterking van het ETS die dan moet leiden tot een hogere CO_2- prijs. Indien actie in EU-verband niet afdoende is om de vereiste dynamiek van reductie van broeikasgassen te borgen, kan ook de beslissing genomen worden om dit aanvullend nationaal te regelen. Er dient dan wel te worden geaccepteerd dat het beleid weliswaar resulteert in minder emissies binnen Nederland maar niet automatisch leidt tot minder uitstoot EU-breed (als gevolg van het waterbedeffect).
- Daarnaast is een aparte focus op klimaatinnovatie nuttig om padafhankelijkheid tegen te gaan. Via innovaties kunnen nieuwe kosteneffectieve technieken worden ontwikkeld en zodanig tijdig worden uitgerold dat zij voor 2050 een positieve bijdrage kunnen leveren aan de vereiste reductie van broeikasgassen. Bij het vaststellen van welke technieken gestimuleerd moeten worden is het verstandig om aan te sluiten bij economische kansen voor Nederland en initiatieven in het buitenland, vanwege schaalvoordelen die daardoor kunnen optreden.
- Tegelijk dient voorkomen te worden dat investeringen in infrastructuur ertoe leiden dat technieken met een hoge CO_2-uitstoot langer rendabel blijven dan noodzakelijk (lock-in).
- Bij zowel klimaatinnovatie als besluiten over de benodigde infrastructuur voor klimaatvriendelijke technologie is het nuttig om een 'brede, adaptieve portefeuillebenadering' te hanteren, gericht op de lange termijn. Voor de doelstellingen op de lange termijn zijn immers alle technieken nodig om de emissiereductie te behalen. Selecteer daarom een brede portefeuille van relevante technieken met het oog op de transitie in Nederland en gebruik een transparante methode bij de selectie en periodieke evaluatie van de portefeuille. Zet zowel in op technieken op de korte termijn (2020, 2030) met een grote kans op succes als op nieuwe technieken voor de lange termijn (2050) met meer onzekerheden.
- Tot slot is het voor een transitie van belang dat het overheidsbeleid zekerheid biedt. Hiervoor moet duidelijkheid zijn over de langetermijndoelen (CO_2-doel voor 2050). Deze kunnen vertaald worden naar richtinggevende tussendoelen voor 2030 en 2040. Daarbij moet worden vastgehouden aan de gestelde doelen en moet zwalkend overheidsbeleid ten aanzien van de gehanteerde instrumenten voorkomen worden.

Aanbeveling:
- De meest kosteneffectieve strategie is om op EU-niveau in te zetten op versterking van het ETS die dan op lange termijn resulteert in een adequate beprijzing van CO_2. Dit is ook in lijn met de benodigde tempoversnelling, met de Europese doelstelling voor 2050 en de uitkomsten van de klimaattop in Parijs. De wijze waarop dit zou kunnen behoeft nadere analyse, maar zou onder andere kunnen via het sneller laten dalen van het plafond, het overschot van emissierechten uit de markt halen of door het opkopen van rechten.
- Houd bij de niet-ETS-sectoren rekening met het feit dat je binnen het niet-ETS-beleid vrijwel alle technieken nodig hebt en dat er maatregelen worden gekozen die voor de lange termijn van nut zijn.
- Borg dat de overheid koersvast is voor de lange termijn, zodat investeerders weten waar ze aan toe zijn.

Literatuurlijst

Aalbers, R. et al. (2012): 'Innovation policy for directing technical change in the power sector', CPB discussion paper 223

Acemoglu, D., P. Aghion, L. Bursztyn en D. Hemous (2009): 'The environment and directed technical change', NBER w15451

Bruegel (2009): 'No Green Growth Without Innovation', Policy Brief 2009/07

Bruegel (2015): 'Making low-carbon technology support smarter', Policy Brief 2015/02

CPB (2010): 'Innovatief klimaatbeleid', CPB Notitie aan het Ministerie van Economische Zaken

CPB (2013): 'Interactie Milieubeleidsinstrumenten met het ETS', CPB-notitie op verzoek van het ministerie van Economische Zaken

CPB, PBL (2015): 'Maatschappelijke kosten en baten prijsbeleid personenauto's'

De Groot, H.L.F., Hofkes, M., Mulder, P. en Smulders, S. (2004): 'Dynamiek van technologieontwikkeling: innovatie, adoptie en diffusie', Hoofdstuk 3 in Milieubeleid en Technologische Ontwikkeling, SDU Uitgevers.

ECN, PBL (2010): 'Referentieraming energie en emissies 2010-2020'

ECN, PBL (2014): 'EU-doelen klimaat en energie 2030: Impact op Nederland, ECN-E-14-033, september 2014'

ECN, PBL (2015): 'Nationale Energieverkenning (NEV) 2015'

ECN, SEO (2012): 'Kosten en baten van CO2-emissiereductie maatregelen'
EEA (2015), Trends and projections in the EU-ETS in 2015.

Europese Commissie (2011): 'Roadmap for moving to a competitive low carbon economy in 2050', Communication #112 & impact assessment

Europese Commissie (2014): 'Member State's Energy Dependence: An Indicator-Based Assessment', occasional paper 196, juni 2014.

Europese Commissie (2015): 'Report on the functioning of the European carbon market'

Fisher, C. en R.G. Newell (2008): 'Environmental and technology policies for climate mitigation', Journal of Environmental Economics and Management, 55(2)

IMF (2014): 'Getting energy prices right'

Jaffe et al. (2005): 'A tale of two market failures: technology and environmental policy.' Ecological Economics, 54

KiM (2013): 'Beleidsopties voor vermindering van de CO2-uitstoot van het wegverkeer'

MinEZ (2016): 'Energierapport - Transitie naar Duurzaam'

MinIenM, MinEZ (2011): 'Klimaatbrief 2050 - Uitdagingen voor Nederland bij het streven naar een concurrerend, klimaatneutraal Europa'

Notenboom, Ybema (2015): ‘De energietransitie kent geen blauwdruk: wat Nederland kan leren van zijn buurlanden’, TPEdigitaal, 9(2)

OESO (2008): ‘Climate Change Mitigation; What Do We Do’

OESO (2013): ‘Climate and carbon aligning prices and policies’

PBL (2011): ‘Beleid voor klimaat en hernieuwbare energie: op weg naar 2050’

PBL (2013): ‘EU policy options for climate and energy beyond 2020’

PBL (2014): ‘Milieubelastingen en Groene Groei Deel II - Evaluatie van belastingen op energie in Nederland vanuit milieuperspectief’

PBL (2015): ‘De vallei des doods voor eco-innovatie in Nederland’

PBL, CPB (2015): Toekomstverkenning Welvaart en Leefomgeving, cahier Energie en klimaat, Den Haag 2015

PBL, ECN (2013): ‘Het energieakkoord wat gaat het betekenen?’

PBL, ECN (2015): ‘Sectordoelen voor niet ETS broeikasgasemissies in 2030’

PBL, NEa (2015): ‘Marktstabiliteitsreserve in het EU ETS’, PBL-notitie, in samenwerking met NEa

RLI (2015): ‘Rijk zonder CO2: naar een duurzame energievoorziening in 2050’, advies aan het ministerie van Economische zaken

Roosdorp, R.W.A. (2012) ‘Energiesubsidies - Vijftien jaar ervaring en vier lessen verder’, Hoofdstuk 8 in Jaarboek Overheidsfinanciën 2012, p183

SEO, ECN (2012): “Kosten en baten van CO2-emissiereductie maatregelen”, Rapport in opdracht van het ministerie van Infrastructuur en Milieu, ECN rapportnummer E-12-008, SEO rapportnummer 2012-32

The new climate economy (2014): ‘Better growth, better climate : the new climate economy synthesis report’

VROM (1998): ‘Kosten en baten in het milieubeleid: definities en berekeningsmethoden’, Publicatiereeks Milieustrategie

UN IPCC (2014): ‘Summary for Policymakers: Mitigation of Climate Change’

Bijlage 1. Taakopdracht

Inleiding
Een groot aantal maatregelen is geformuleerd met het oog op de transitie naar een duurzame energiehuishouding. Het betreft maatregelen niet alleen binnen het Energieakkoord, maar ook daarbuiten. Er bestaat behoefte aan inzicht in de effectiviteit van de verschillende maatregelen "*waardoor zij goed met elkaar zijn te vergelijken en af te stemmen*". (Energieakkoord, p. 96). Vergelijking is niet eenvoudig, omdat het om zeer uiteenlopende maatregelen gaat, die bovendien gericht zijn op verschillende (sub)doelen van het duurzame energiebeleid.

De opgave van dit IBO is om de kosten zo te definiëren dat gemeten kan worden hoe groot de bijdrage – het effect – van iedere maatregel is aan die duurzame energiehuishouding. Deze vraag betreft de kosteneffectiviteit van beleid, cq beleidsmaatregelen. Het begrip "duurzame energiehuishouding" is echter lastig te operationaliseren en te kwantificeren. Onderzoek naar de effectiviteit van beleid is doorgaans kostbaar en tijdrovend, en kan slechts uitgevoerd worden door een beperkt aantal, gespecialiseerde bureaus.

Een benadering die in de praktijk vaak wordt gevolgd, is om de kosten van maatregelen te koppelen aan meetbare doelen. In de motie Leegte/Van Veldhoven wordt gevraagd om per maatregel in het Energieakkoord de kosten per vermeden ton CO_2 aan te geven. Deze kostenmaatstaf ("common denominator") kan in principe worden toegepast op alle maatregelen – binnen en buiten het Energieakkoord – die zijn gericht op de (meetbare) doelen van het duurzame energiebeleid, zoals CO_2-reductie, energiebesparing en duurzame energieproductie. Uitgaande van deze kostenmaatstaf dienen de volgende onderzoeksvragen te worden beantwoord. Daarbij moet worden opgemerkt dat het Energieakkoord m.n. doelen formuleert in termen van energiebesparing (PJ) en aandeel duurzame energie.

Onderzoeksvragen
1. Stel de reikwijdte van het begrip kosten (en baten) per vermeden ton CO_2-reductie vast. Dit kan bv. breed (maatschappelijke kosten (en baten)) of eng (alleen directe kosten (en baten)) worden gedefinieerd (zie hierna)
2. Maak een selectie van maatregelen – binnen en buiten het Energieakkoord, bestaande en nieuwe – waarop dit kostenbegrip kan en zal worden toegepast.
3. Bereken de kosten per geselecteerde maatregel.
4. Hoe kan m.b.v. de geselecteerde maatregelen een (maatschappelijk) efficiënt tijdpad worden gemaakt om de CO_2-doelstellingen van 80-95% en een volledig duurzame energievoorziening 2050 conform het regeerakkoord te bereiken, rekening houdend met mogelijke kostenreductie van bestaande technieken en de introductie van mogelijke nieuwe technieken waarbij nieuwe internationale doelstellingen voor de jaren 2020, 2030 en verder technologische vooruitgang moeten aanjagen en ecologisch evenwicht voor de toekomst veilig stellen.
5. Zijn de inzichten rond het efficiënte tijdpad aanleiding om na te denken over aanpassing van de (mix van) beleidsdoelen (CO_2-reductie, energiebesparing en een groter aandeel duurzame energieproductie)?

Toelichting en onderzoeksaanpak
Ad 1: Deze vraag zal literatuuronderzoek vergen. Het begrip kosten moet in beginsel breed worden opgevat, dus als maatschappelijke kosten. Een voorbeeld met autobrandstoffen dient ter verduidelijking. Uitgaande van het concept "Well to Wheel" wordt ook de vernietiging van de regenwouden(palmolie) meegerekend bij de berekening van de kosten per vermeden ton CO2.

De werkgroep moet bepalen of dit concept praktisch bruikbaar is voor de onderzoeksvragen 2 en 3. Indien dat niet haalbaar is, kan een beperkter kostenbegrip worden gehanteerd, zoals "Tank to Wheel" dat in de praktijk tot nu toe wel wordt gebruikt.

Ad 2. In de nationale energieverkenning(NEV 2014) is vanaf blz. 171 een overzicht te vinden van een groot aantal maatregelen. De werkgroep zal een selectie moeten maken van maatregelen die

moeten worden meegenomen. Er kunnen ook nieuwe maatregelen door de werkgroep worden toegevoegd.

Ad 3. Ook hier zal assistentie nodig zijn van een extern bureau. De keuze voor ECN en PBL ligt voor de hand gelet op de betrokkenheid van ECN en PBL bij zowel het Energieakkoord als de NEV 2015 en de kennis van deze bureaus waar het gaat om transitieprocessen.

Ad 4. De CO2 uitstoot in de vervoerssector moet in 2030 met 17% (25 Mton) gereduceerd worden en 60% in 2050. Daarnaast geldt een "ambitie" m.b.t. de groei van het aantal elektrische auto's, nl. van 200.000 in 2020, 1.000.000 in 2025, en 2.000.000 in 2030. Een maatschappelijk kostenefficiënt pad(en) moet primair leiden tot de CO2-reductiedoelstelling voor 2050 en als mogelijke afgeleide daarvan de doelstelling voor 2020 en 2030. Hierbij wordt ook rekening gehouden met de verwachte kostenontwikkeling van verschillende opties voor emissiereductie.

Ten slotte
Het onderzoek zal nog dit jaar resultaten moeten opleveren om de vragen in de Motie Leegte/Van Veldhoven te kunnen beantwoorden. Deze timing is ook van belang i.v.m. het gereedkomen van de Nationale Energieverkenning 2015 (NEV) en de voortgangsrapportage van het Energieakkoord. De werkgroep start zo spoedig mogelijk na 1 mei en dient haar eindrapport uiterlijk 31 december 2015 in. De omvang van het rapport is niet groter dan 30 bladzijden plus een samenvatting van maximaal 5 bladzijden.

Samenstelling werkgroep
EZ, IenM, WenR, AZ en Financiën, alsmede het PBL als extern lid. Eventueel kunnen het CPB en het ECN gevraagd worden als expertlid op te treden.

Bijlage 2. Samenstelling van de werkgroep

Voorzitter

Bernard ter Haar	Ministerie van Sociale Zaken en Werkgelegenheid

Leden

Ben Geurts	Ministerie van Algemene Zaken
Gerben Roest	Ministerie van Binnenlandse zaken en Koninkrijksrelaties
Jaco Stremler (*tot november*)	Ministerie van Economische Zaken
Jon Eikelenstam (*Vanaf november*)	Ministerie van Economische Zaken
Timon Verheule	Ministerie van Economische Zaken
Wijnand van Goudoever	Ministerie van Financiën
Erik Bruinsma	Ministerie van Financiën
Anita van den Ende	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
(*plv*.) Ralph Brieskorn	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Pieter Boot	Planbureau voor de Leefomgeving

Secretariaat

Martin Linssen	Ministerie van Financiën
Mellanie de Hond	Ministerie van Financiën
Frans Duijnhouwer	Ministerie van Infrastructuur en Milieu
Jan Hendriks	Ministerie van Economische Zaken

Bijlage 3. Kostencurven

ECN en PBL hebben voor dit IBO indicatieve kostencurven samengesteld op basis van de analyse voor de Nationale Energie Verkenning 2015. Met de kostencurven wordt gekeken naar de kosteneffectiviteit van *technische opties* (e.g. 'zon-pv') om CO_2-uitstoot te reduceren. Deze kostencurven vormen samen met andere overwegingen louter een hulpmiddel om door te rekenen *beleidsmaatregelen* (e.g. 'de salderingsregeling voor zon-pv') te selecteren.

Het nationale kostenbegrip

Het gehanteerde kostenbegrip in deze kostencurven sluit aan bij de beproefde nationale kostenbenadering conform de Milieukostenmethodiek (VROM 1998). In bijlage bij het ECN/PBL rapport wordt nadere uitleg gegeven over dit nationale kostenbegrip.

Alvorens op de uitkomsten van de indicatieve kostencurven in te gaan, moet worden benadrukt dat dit nationale kostenbegrip zijn beperkingen heeft. Niet alle (kosten)elementen die bij een beslissing van belang zijn, worden meegewogen waaronder effecten op de concurrentiepositie van bedrijven, het gelijke speelveld, en het draagvlak in de maatschappij ten aanzien van sommige technieken. Ook moet worden bedacht dat een deel van de technieken invloed heeft binnen het Europese ETS. De effecten op de emissies van broeikasgassen zijn daardoor netto nihil, waardoor een inschatting van de kosten per ton vermeden CO2 anders kunnen uitpakken.

Voor sommige technieken – zo blijkt uit de kostencurven – treden negatieve maatschappelijke kosten op. Desondanks zien we dat deze technieken niet altijd door betrokkenen worden uitgevoerd. De kostencurven vertellen dus niet het gehele verhaal: er treden zogenoemde *hidden costs* op die in deze kostenbenadering buiten schot blijven. Het kan dan gaan om gebrek aan informatie, andere bedrijfseconomische afwegingen, en een gebrek aan rationeel handelen dat in deze kostenbenadering wordt verondersteld. Denkbaar is bijvoorbeeld dat bedrijven ook nog andere rationale afwegingen maken die bijvoorbeeld verband houden met de economische levensduur van het bestaande machinepark dat niet noodzakelijkerwijs ook het meest energiebesparende is. Van huishoudens is bekend dat energiebesparing vaak om praktische redenen achterwege blijft, ondanks dat de kosten heel laag zijn. Het is dus goed mogelijk dat de eindverbruiker andere kosten en obstakels ervaart die niet in de kostencurven tot uitdrukking komen. Daarnaast kunnen kosten uit maatschappelijk perspectief laag zijn, terwijl het overheidsbudget negatief kan worden beïnvloed.

Bij het in kaart brengen van de kostencurven is onderscheid gemaakt in technieken voor de periode tot en met 2020 en aanvullende technieken die een indruk geven van wat mogelijk is voor de wat langere termijn (2030).

In deze kostencurven worden zowel technieken op het terrein van energiebesparing, hernieuwbare energie, als broeikasgasreductie onderscheiden. Tevens worden de technieken onderscheiden naar sector: industrie, landbouw, transport, huishoudens, en de sector Handel, Diensten en Overheid (verder: HDO). De diverse technieken in deze kostencurven geven overigens telkens een partieel geïsoleerd beeld. Daardoor mogen de effecten die bij de diverse technieken optreden niet worden opgesomd. Vaak zal er sprake zijn van interactie tussen technieken waardoor het simpelweg opsommen daarvan zou leiden tot dubbeltellingen.

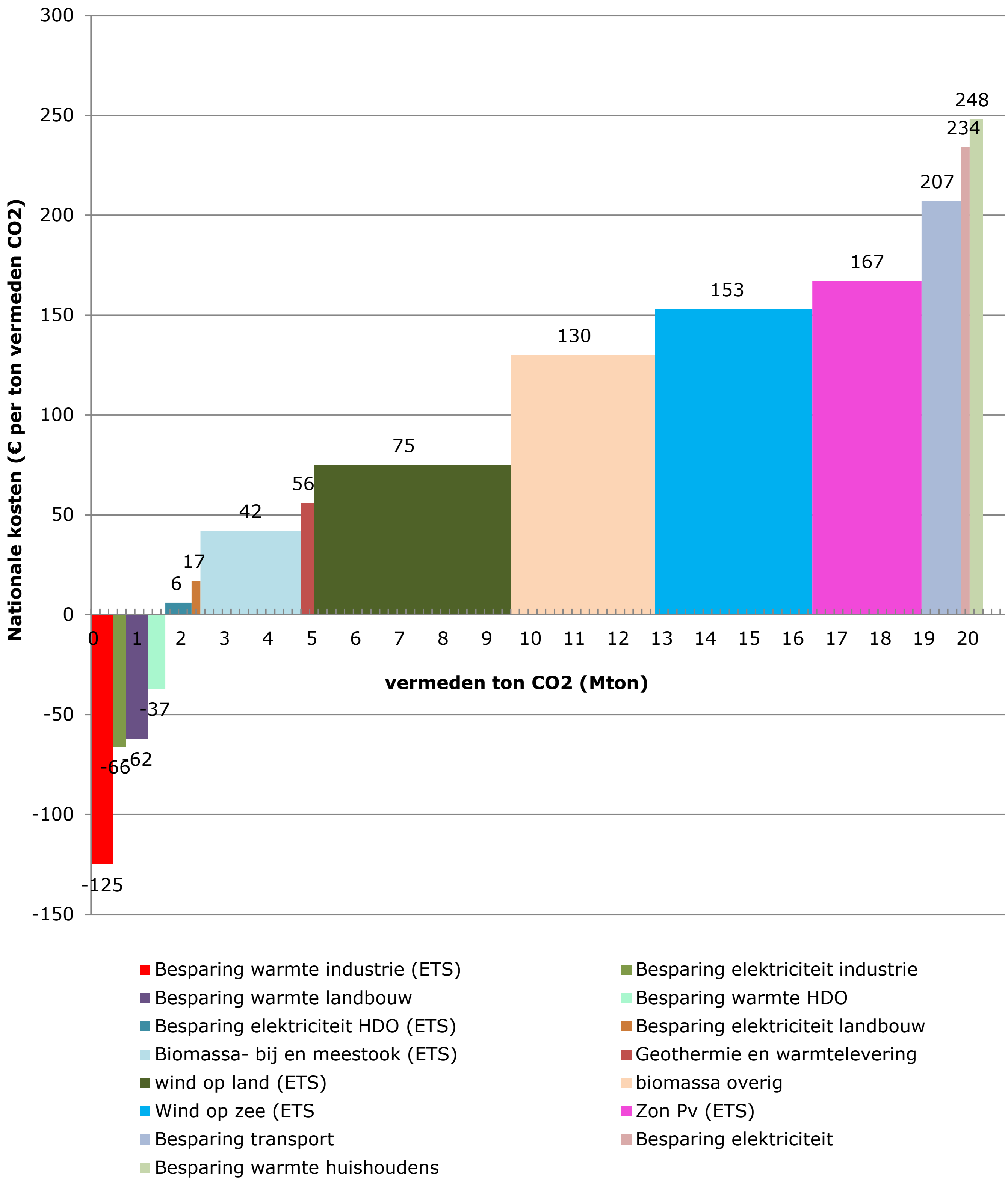
Het is van belang om op deze plaats te benadrukken dat de indicatieve kostencurven primair hebben gediend ter ondersteuning van het keuzeproces voor het selecteren van de uit te werken maatregelen. Er is daarbij een belangrijk verschil tussen kostencurven en maatregelen: de kostencurven zijn primair technische mogelijkheden terwijl de maatregelen meer beleidsmatig van aard zijn. Zo is de maatregel "Sluiten kolencentrales" niet als zodanig in de kostencurven opgenomen. Het technisch potentieel dat hoort bij het vervangen van kolen door gas is daarentegen wel in de kostencurve opgenomen. Bij het doorrekenen van het mogelijk sluiten van kolencentrales wordt – anders dan in de kostencurve het geval is – ook rekening gehouden met de

gevolgen voor import en export en de mogelijkheden om biomassa mee te stoken in deze centrales.

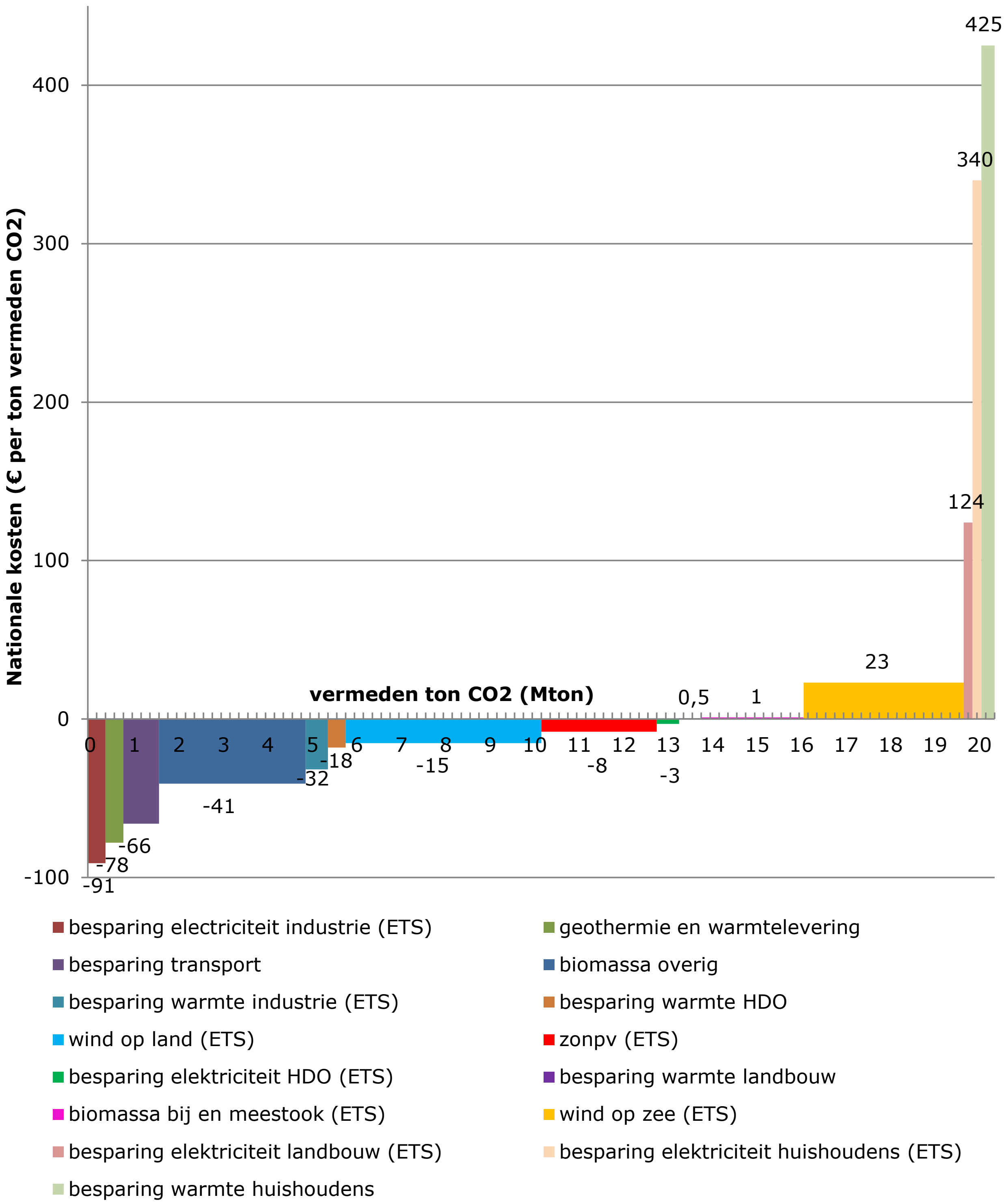
Desalniettemin geven de kostencurven wel enig inzicht in de vraag welke technieken als duur en goedkoop kunnen worden gekenschetst indien deze langs de uniforme meetlat worden gelegd van kosten in euro per vermeden ton CO_2.

Onderstaande grafieken geven zijn een versimpelde weergave van de kostencurven die zijn gemaakt voor PBL en ECN. Zij geven een geaggregeerd inzicht in de kosten per vermeden ton CO_2 per techniek en het potentieel van vermeden CO_2 per techniek voor de jaren 2020 en 2030. Hierbij is onderscheid gemaakt in bestaand technisch potentieel en aanvullend technisch potentieel. Bestaand potentieel omvat het technisch potentieel dat aansluit bij het vaststaande en voorgenomen beleid. Het additionele potentieel gaat over de technieken die los van het vaststaande en voorgenomen beleid in 2020 en 2030 mogelijk zijn.

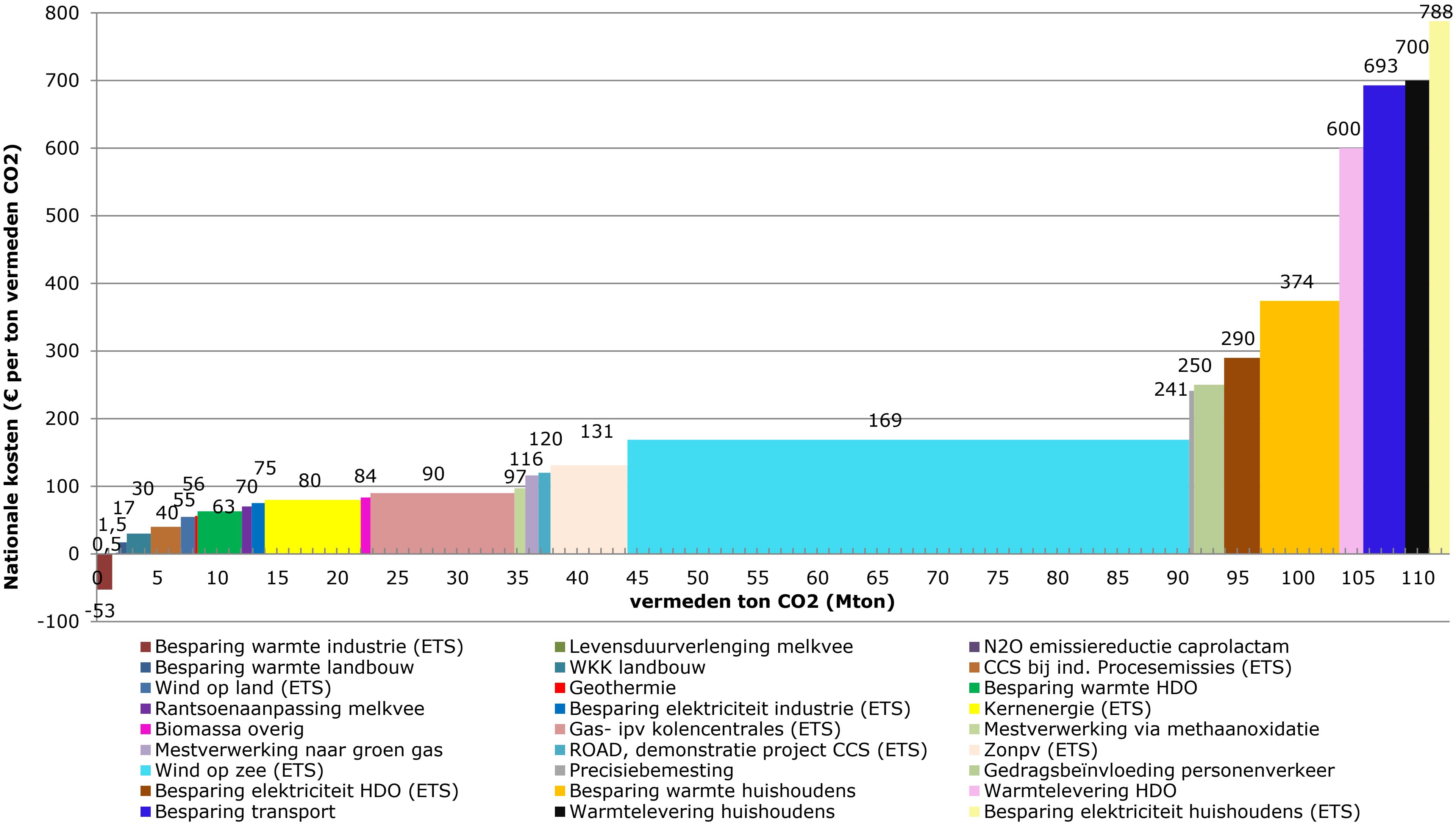
Figuur 1 Indicatieve kostencurve van bestaand technisch potentieel 2020



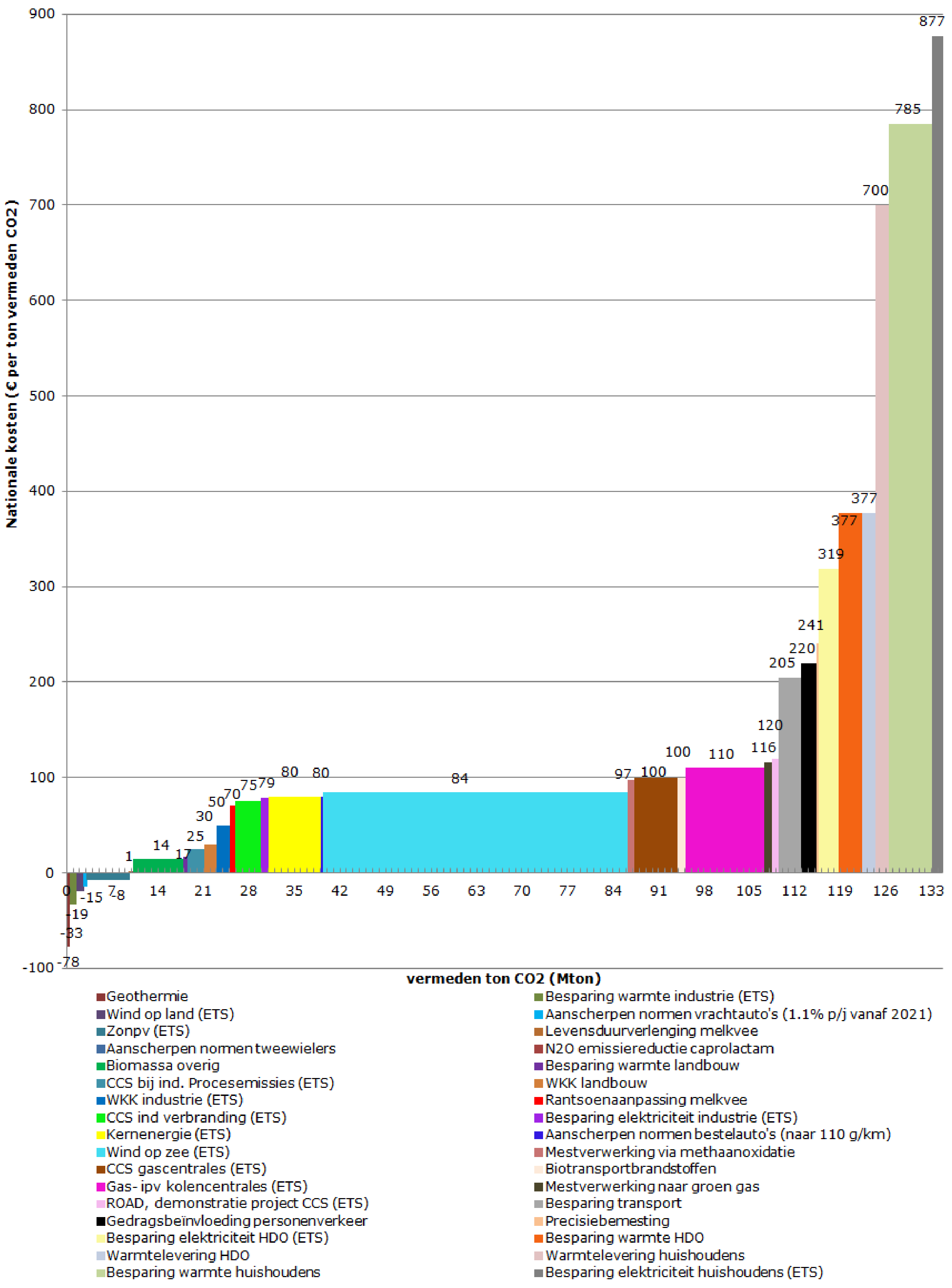
Figuur 2 Indicatieve kostencurve van bestaand technisch potentieel 2030



Figuur 3 Indicatieve kostencurve van aanvullend technisch potentieel 2020



Figuur 4 Indicatieve kostencurve van aanvullend technisch potentieel 2030



Tabel 1 geeft inzicht in het verband tussen de kostencurven zoals hiervoor beschreven en de maatregelen die in het kader van dit IBO worden doorgerekend. Hieruit blijkt dat het gros van de maatregelen een verband hebben met de kostencurven.

Tabel 1 Verband opties uit kostencurven ECN en PBL voor 2020 en 2030 en de lijst van doorgerekende beleidsmaatregelenlijst IBO CO_2

Uit kostencurven Energieakkoord	***maatregel, nr.***	***Omschrijving***	***ETS/ Niet-ETS***
wind op land	1	SDE+ Wind op Land	ETS
wind op zee	2	SDE+ Wind op Zee	ETS
biomassa bij en meestook	3	SDE+ Biomassa (bij- en meestook kolencentrales)	ETS
Zon-pv grootschalig	4	SDE+ Zon-pv grootschalig	ETS
geothermie en warmtelevering	8	EB aardgas 1e schijf verhogen zodat de verhouding elektriciteit en gas 1 op 2,5 wordt, door tarief elektriciteit te verlagen en gas te verhogen	Niet-ETS
besparing transport	15	Fiscale stimulering nulemissieauto's	Niet-ETS
	26	Aanscherping EU normstelling personenauto's naar 95g/km	
Zon-pv salderen	16	Salderingsregeling zon-, elektriciteitswet & fiscaal	ETS
besparing warmte en elektriciteit huishoudens	18/19	Energiebesparing in de gebouwde omgeving: EPC aanscherping naar (bijna) energieneutraal (nieuwbouw)	ETS/ Niet-ETS
	31	STEP regeling (huur, energieakkoord)	
besparing elektriciteit industrie	24	Verscherpte handhaving wMb	ETS
warmtebesparing landbouw	24	Idem	Niet-ETS
warmtebesparing HDO	24	Idem	Niet-ETS
besparing elektriciteit HDO	24	Idem	ETS
besparing elektriciteit landbouw	24	Idem	ETS
Uit kostencurve aanvullende technische potentiëlen	***nr.***	***Omschrijving***	
ROAD, demonstratie project CCS	5	CCS ROAD Demonstratieproject voor Carbon Capture and Storage	ETS
Kernenergie	6	Kernenergie - stimulering naar Brits model met gegarandeerde prijs	ETS
warmtebesparing industrie	29	Energiebesparing in energie-intensieve industrie	ETS
besparing elektriciteit industrie		Idem	
Mestverwerking naar groen gas	7	Subsidie mestvergisting naar groen gas (voor grote installaties)	Niet-ETS
	9	EB Minder degressief maken van de energiebelasting op aardgas door de 3e en 4e schijf te verhogen	ETS/Niet-ETS
Gas- i.p.v. kolencentrales	12	Niet herinvoeren vrijstelling	ETS

		kolenbelasting voor elektriciteitsopwekking, maar verdubbelen tarief kolenbelasting	
	30	Kolencentrales volledig sluiten	
Gedragsbeïnvloeding verkeer	17/21	Kilometerheffing vrachtverkeer en personenverkeer	Niet-ETS
besparing elektriciteit HDO			
warmtebesparing huishoudens	20/22/23	Energieprestatie-eis voorraad woningcorporaties (minimaal Label-B)/gemiddeld label B/ minimaal label C koopwoningen	Niet-ETS
besparing elektriciteit huishoudens		Idem	ETS
Besparing transport	25	Verplichte toepassing energiebesparende banden voor personen, bestel- en vrachtverkeer, d.m.v. EU-verplichting Triple-A-banden	Niet-ETS
	27	Invoering EU-normstelling vrachtauto's (efficiencyverbetering)	
	33	Terugdraaien verhoging maximumsnelheid naar 130 km/h	
biotransportbrandstoffen	28	Verhogen aandeel biobrandstoffen wegverkeer	Niet-ETS
Restcategorie, niet direct afgeleid uit de kostencurven	10	Inputvrijstelling WKK beperken tot opgewekte elektriciteit die op het net wordt gezet	ETS
	11	Aanscherpen rendementseisen kolencentrales + herinvoeren vrijstelling kolenbelasting voor elektriciteitsopwekking	ETS
	13/14	ETS - Nationale CO2 *floor price* naar Brits model industrie en energie-opwekking	ETS
	34	ETS - ETS-rechten aankopen	ETS
	32	Methaanslip bij kleinschalige WKK	Niet-ETS

Bijlage 4. Overzicht van geraadpleegde experts en verslagen van de expertmeetings

Bij de totstandkoming van dit IBO-rapport is door het secretariaat gesproken met een aantal experts. In onderstaande lijst worden deze experts genoemd en de organisaties waar deze experts werkzaam zijn. Verder hebben ook twee expertmeetings plaatsgevonden met de werkgroep. Een verslag van beide expertmeetings is hieronder toegevoegd. De werkgroep heeft de informatie van de expertmeeting meegewogen en gebruikt bij de totstandkoming van het eindrapport. Het rapport is een product van de werkgroep en weerspiegelt niet noodzakelijkerwijs de mening van de experts.

Experts	**Organisatie**
Bettina Kampman	CE Delft
Sander de Bruyn	CE Delft
Frans Rooijers	CE Delft
Rob Aalbers	Centraal Planbureau
Bert Daniels	ECN
Sylvia Beyer	IEA
Christina Hood	IEA
Samuel Thomas	IEA
Cedric Philibert	IEA
Arnout de Pee	McKinsey
Erik van Andel	Nederlandse Emissieautoriteit
Suzanne Beurskens	Nederlands Emissieautoriteit
Johanna Arlinghaus	OESO
Kurt van Dender	OESO
Robert Koelemeijer	Planbureau voor de Leefomgeving
Bert Tieben	SEO
Aart de Zeeuw	Tilburg University
Reyer Gerlagh	Tilburg University
Ernst Worrel	Universiteit Utrecht
Anne-Sjoerd Brouwer	Universiteit Utrecht / Ecofys
Carl Koopmans	Vrije Universiteit
Daan van Soest	Vrije Universiteit
Frans Berkhout	Vrije Universiteit

Verslag Expertmeeting 11 september

Aanwezig: Bernard ter Haar (VZ), Saeda Moorman (KIM), Sander de Bruyn (CE), Pieter Boot (PBL), Rob Aalbers (CPB), Martin Linssen (FIN), Frans Duijnhouwer (I&M), Judith Post (I&M), Gerben Roest (BZK), Joop Oude Lohuis (Ecofys), Robert Koelemeijer (PBL), Wijnand Goudoever (FIN), Mellanie de Hond (FIN), Hans Bolscher (Trinomics), John Kerkhoven (Quintel), Gigi van Rhee (Stratelligence)

Bevindingen

- De kostencurven zijn een hulpmiddel voor de selectie van de door te rekenen beleidsmaatregelen, maar er zijn ook kanttekeningen bij het gebruik van kostencurven te plaatsen. Het feit dat de verschillende technieken sterk met elkaar samenhangen en elkaar beïnvloeden is bijvoorbeeld niet goed zichtbaar in de curven. Daarnaast komen andere afwegingen dan kosten die actoren maken slechts deels naar voren als alleen naar de problematiek gekeken wordt met behulp van de milieukostenmethode. Het IBO zou hier aandacht aan kunnen besteden. Het kan daarbij nuttig zijn om ook een vergelijking te maken met andere landen en de manier waarop zij hun klimaatbeleid invullen.
- Daarnaast is onzekerheid over de toekomst een belangrijke factor bij het vormgeven van beleid. Hoe dichterbij hoe meer zekerheid. Voor 2020 is er bijvoorbeeld een redelijke mate van zekerheid over de systeemkosten. Voor 2030 is dat niet het geval en voor 2050 al helemaal niet. Bij het nadenken over beleid gericht op innovatie en technieken moet je hier dus rekening mee houden. Daarnaast zou een gevoeligheidsanalyse nuttig kunnen zijn voor o.a. verschillen in technologische ontwikkeling, brandstofprijzen en discontovoet.
- Indien er wordt gestuurd op een kortetermijn-CO2-doel, dan zou men op basis van de analyse een combinatie van technieken kunnen selecteren die bij verschillende aannames (bijv. zowel bij een hoge als een lage olieprijs) goed uitpakken.
- Gegeven de geschetste onzekerheden is het voor de lange termijn van belang om een soort 'portfoliobenadering' te hanteren, waarbij niet (prematuur) gekozen wordt voor het grootschalig ontwikkelen van één techniek, maar meerdere potentiële technieken de ruimte krijgen om zich te ontwikkelen. Een deel van de innovatieve opties mag dan best wat duurder zijn.

Verslag

Presentatie Dhr. Koelemeijer (PBL)

Na de opening van de voorzitter geeft Koelemeijer (PBL) een presentatie van de indicatieve kostencurven voor 2020 en 2030. De nationale milieukostenmethodiek wordt hierbij gebruikt. Hij geeft aan dat de kostencurven een hulpmiddel zijn voor de selectie van de door te rekenen beleidsmaatregelen en dat er de nodige kanttekeningen bij het gebruik van kostencurven te plaatsen zijn. Het is bijv. moeilijk om te gaan met gedragsverandering. De veronderstelling is dat de energieprijs stijgt tot 2030. Bij succesvol klimaatbeleid daalt die wel maar waarschijnlijk niet voor 2030. Er is gerekend met gemiddelde en niet met marginale kosten. Er is een top-downbenadering gehanteerd waarbij de maatschappelijke kosten gebaseerd zijn op de terugverdientijd.

Discussie

- De voorzitter vraagt de experts of de werkgroep hiermee op de goede weg zit. Kunnen we op basis hiervan de goede maatregelen kiezen? Zijn er ook andere wegen denkbaar?
- Een van de aanwezigen heeft op basis van data ECN/PBL en ook zonder rekening te houden met subsidies en belastingen het energieakkoord doorgerekend en komt, als je rekening houdt met exogene ontwikkelingen, uit op lagere kosten dan de huidige mix.
- Beleid probeert technieken uit te lokken. Beleid is ook innovatiebeleid waardoor dure opties goedkoper worden. Als opties met negatieve kosten niet worden toegepast zijn er blijkbaar nog verborgen kosten. Het gaat om de discontovoet van de actoren en niet die in de nationale kostenmethodiek wordt gehanteerd.

- Gevraagd wordt of de bespaarde CO2-emissies (ETS) erin verwerkt zijn. Koelemeijer (PBL) geeft aan dat die in de commodityprijs zitten. Opgemerkt wordt dat je die ETS-prijs wel moet meenemen en dan ook een waterbedeffect meenemen, of de prijs niet meenemen maar dan moet je ook niet spreken over een waterbedeffect. Verder, bij besparing zou je het marginale effect binnen de techniek aan moeten geven. Dus bij bijv. 25, 50, 75 of 100% toepassing. Dan ontstaat een genuanceerder beeld van de kosten per optie. De eindgebruikerprijs is ook belangrijk. Koelemeijer (PBL) geeft aan dat bijv. wind op zee wel is opgesplitst naar verschillende windparken met verschillende kosten. Opgemerkt wordt dat er ook een gevoeligheidsanalyse moet worden gemaakt voor technologische ontwikkeling, brandstofprijzen, discontovoet. De kosten van klimaatbeleid kun je verder statistisch bepalen. Die is in 2005 vastgesteld op 40-90 euro per ton. PBL/ECN zou de bandbreedte kunnen aangeven omdat je anders schijnzekerheid creëert.
- Gevraagd wordt naar de gehanteerde selectiecriteria die je hanteert voor de te kiezen maatregelen. Het is onzin om alle maatregelen die meer dan 50 euro per ton kosten direct af te schrijven. Je kan daar van af wijken voor technieken met een groot innovatief potentieel. Je kan er wel voor kiezen nu nog dure opties niet grootschalig in te zetten. De vraag hoe je systeemkosten (de kosten van de infrastructuur) moet toedelen is ook een issue. Toewijzen aan specifieke maatregelen is arbitrair. Als je het regelt via de elektriciteitskosten verlaat je de milieukostenmethodiek. Voor 2020 is er een redelijke mate van zekerheid over de systeemkosten. Voor 2030 niet. Koelemeijer (PBL) geeft aan dat de profieleffecten wel zijn meegenomen. Opgemerkt wordt dat je met een systeemmodel de systeemkosten van een optie in beeld kan brengen. De optie biomassa in combinatie met CCS wordt gemist.
- Een benadering van kosteneffectiviteit is belangrijk. We hebben al 20 jaar klimaatbeleid waar we veel van kunnen leren. De benadering die gehanteerd wordt is echter niet zinvol voor de toekomst. Een sectoraanpak is richting de toekomst niet meer adequaat. De sectoren hangen steeds meer samen. De leverancier en gebruiker van warmte komen bijv. uit verschillende sectoren. De toekomst over 15 jaar ziet er heel anders uit. Het bepalen van de kosten wordt steeds lastiger. De kosten komen op lange termijn steeds dichter bij elkaar te liggen. Het gaat vooral om de vraag wat helpt in de roadmap richting 2050 en hoe je daar op een kosteneffectieve manier komt. De spaarlamp wordt standaard dus daar kan je moeilijk meerkosten van bepalen. De denox-installatie van vroeger heeft inmiddels nauwelijks meer meerkosten. Je moet de infrastructuur meenemen. Of een warmtepomp zinvol is, is afhankelijk van de mate van isolatie van een huis. Je moet de kostenniveaus bepalen van combinaties binnen systemen. De keuzes die bij dat systeem horen kan je via een goedkoop of duur pad aflopen.
- De methodiek moet begrijpelijk zijn. Je moet integraal naar het energiesysteem kijken. Een warmtepomp betekent mogelijk een aanpassing van het huis en als die grootschalig wordt toegepast, ook een aanpassing van de infrastructuur. Als je per techniek kijkt naar waar het naartoe gaat vindt je aantrekkelijke technieken. De combinatie van die aantrekkelijke technieken gaat juist goed of slecht samen. Wat nu de extra optie is, is op termijn standaard. Je moet dit spelenderwijs onderzoeken. Dan kom je tot conclusies waar je nu niet op uitkomt. Je hebt vele soorten biomassa die vele toepassingen kennen. Daar moet je apart over nadenken. Als je biomassa niet inzet voor biodiesel kan je het inzetten in een kolencentrale. Maar wellicht is er tegen die tijd geen kolencentrale meer. De prijs van biomassa is even onvoorspelbaar als die van olie. De bandbreedte van de prijs van olie is veel groter dan het IEA doet geloven. Je moet je mandje van technieken toetsen aan extreme olieprijzen.
- Nederland is goed in efficiëntie maar niet in effectiviteit. Het is de vraag op welk doel je richt. 2020 staat al bijna vast. Als je richt op 2030 is het de vraag waar je in 2050 wil zijn. Dat bepaalt de keuze voor andere technieken. Als je in 2050 bijna 0 emissies wilt hebben heb je CCS nodig. Met een veel lager doel is dat niet nodig. Een tweede aspect dat mist is de CO2-prijs. Sommige landen om ons heen hanteren een eigen CO2-prijs los van het functioneren van het ETS. Een derde aspect is het buitenland. Een vergelijkende exercitie niet alleen van de energiepolitiek zou zinvol zijn. De gebruikte rentevoet is heel bepalend. Hoe verder iets weg is in de tijd hoe minder relevant het is. De ervaring met modelleren is dat we er altijd naast zitten. De kolenprijs en de olieprijs zijn zeer onzeker. De politieke maatschappelijke

besluitvorming verloopt via sectoren. Verhalen over kosten en efficiëntie sluiten niet aan bij die sectoren. Daarvoor zijn andere verhalen nodig.

- Er is een zorg dat de boodschap gaat zijn dat de kostencurve van links afgelopen moet worden. Je moet de technieken uit elkaar halen. Je moet een mandje van technieken maken wat je altijd in wilt zetten zowel bij een hoge en lage olieprijs en bij een andere discontovoet. Dat mandje moet voor 2020 vol zijn en voor 2030 voor 50-80% zodat je de rest later in kan vullen op basis van voortschrijdend inzicht.
- Het beleid bepaalt de volgorde van de kosten wanneer door beleid bepaalde opties verder ontwikkeld worden en goedkoper worden.
- Gevraagd wordt of de kostencurven ons nu wel of niet helpen bij het nadere onderzoek. Geeft het een gevoel wat relatief goedkoop en relatief duur is of is het misleidend.
- Een aanwezige vindt de curven echt misleidend. Hij geeft een voorbeeld van de vergelijking van de CV-ketel en een warmtepomp. Het kan zijn dat je het huis moet aanpassen of bij een grote penetratiegraad het net moet verzwaren. Dit kan je weer ondervangen met een buffervat. Zo moet je spelen met de opties. Je kan niet simpelweg zeggen dat een warmtepomp duur is.
- Bepaalde technieken zijn eerst duur, daarna worden ze goedkoper tot een omslagpunt om daarna vanwege noodzakelijke aanpassingen van de infrastructuur weer duur worden.
- De kostencurve geeft wel een grof beeld. Je zou meer kunnen werken met bandbreedtes. Je kan ook differentiëren naar de rentevoet. Een individu hanteert een hele andere rentevoet dan die van de milieukostenmethode. Er zit een wereld van verschil tussen de milieukostenmethode en de werkelijke afwegingen die actoren maken.
- De systeemeffecten zijn groter naarmate je verder in de toekomst kijkt. Er zijn grotere onzekerheden. Met een CPB-model kom je voor de optimale inzet van wind op zee tussen de 0 en 45 %. Het beleid zou gegeven die onzekerheden een portfoliobenadering moeten kiezen. Een deel van de opties mag best duurder zijn.
- De kosten die je accepteert hangen af van de marktfase. Nieuwe technieken mogen duurder zijn maar moeten op termijn wel goedkoper worden. De kostencurve geeft een schijnzekerheid. Daarom kan je beter kostenmarges gebruiken.
- Gevraagd wordt of je de risico's kan hedgen.
- Dat hangt af van je toekomstbeeld. Bij een 2 keer zo hoge olieprijs wordt het energiesysteem ook twee keer zo duur.
- CCS is een hedgemogelijkheid die je inzet afhankelijk van andere ontwikkelingen.
- De vraag is hoe andere landen er mee omgaan. Er zijn kenmerkende verschillen. De overheid kan kiezen voor een technologisch spoor, vraagstimulering of marktcreatie. Dat zijn andere sturingsfilosofieën. De UK heeft uitgebreide marginale kostenstudies en hanteert een CO_2-prijs. Denemarken redeneert vanuit een toekomstvisie.
- Je moet de kostencurve anders hanteren voor uitontwikkelde technieken dan voor technieken die nog in ontwikkeling zijn. Beleid moet zich richten op beide. Dus ook op innovatie.
- De kosteneffectiviteit hangt af van de vrijblijvendheid van het beleid. Het EU-beleid werkt als een trein terwijl het Nederlandse beleid niets oplevert.
- Er is in iedere sector een beeld van waar we naar toe gaan. Bij de gebouwde omgeving bijv. nul-op-de-meter. Daar hoort een technologie bij. Als je die technologieën optelt kom je er op uit dat we moeten overschakelen van verbranding naar elektrisch.

De voorzitter sluit de discussie af en dankt de aanwezigen. Hij kondigt aan dat er waarschijnlijk nog een expertbijeenkomst komt.

Verslag expertmeeting 18 november 2015

Aanwezig: Bernard ter Haar (VZ), Erik Bruinsma (FIN), Gerben Roest (BZK), Niels Kastelein (FIN), Gigi van Rhee (Stratelligence), Saeda Moorman (KIM), Hans Bolscher (Trinomics), John Kerkhoven (Quintel), Ton van der Wijst (SER), Martin Linssen (FIN), Mellanie de Hond (FIN), Jan Hendriks (EZ) en Frans Duijnhouwer (I&M).

Bevindingen

- Maak duidelijk op basis van welke criteria de maatregelen zijn gekozen.
- Maak duidelijk dat de cijfers alleen niet voldoende zijn, je hebt ook tekst en uitleg nodig om het hele verhaal te vertellen. Maak duidelijk dat ten aanzien van de waarde van de kostencurven en de berekeningen van de beleidsmaatregelen op basis van nationale kosten aspecten als luchtkwaliteit, groene groei, concurrentiekracht, werkgelegenheid, etc. buiten beschouwing blijven.

Verslag

Presentatie Frans Duijnhouwer (IBO secretariaat)

Het secretariaat geeft een korte presentatie van de werkwijze en de opzet van het rapport. Ook wordt aangegeven wat de bevindingen van de werkgroep zijn naar aanleiding van de vorige expertmeeting. In de discussie worden de door ECN en PBL opgeleverde analyses van de doorgerekende maatregelen besproken.

Discussie

- Binnen de maatregelen is er weinig aandacht voor warmte. Dat is ook in het Energieakkoord een witte vlek.
- De lijst met maatregelen is een selectie en niet uitputtend. Met name het aantal instrumenten voor de lange termijn zijn beperkt evenals instrumenten die voorsorteren op de transitie.
- Maak duidelijk in de toelichtende tekst hoe de lijst met maatregelen tot stand is gekomen. Hoe je hem moet lezen en wat al bestaand beleid is en wat nieuwe opties zijn.
- Het fiscaal stimuleren van elektrische auto's is heel duur. Je kan beter denken aan alternatieve maatregelen die de transitie stimuleren. Je kan ook bijvoorbeeld subsidie terugvorderen als de auto geëxporteerd wordt.
- Het gaat ook over niet energiegerelateerde emissies. Het beperken van de veestapel is ook effectief.
- Het is opvallend dat bij elkaar opgeteld de maatregelen 40 Mton reduceren terwijl het maar gaat om 80PJ duurzame energie en 80 PJ energiebesparing die samen 160 PJ (8 % van de energievoorziening) dekken. Aangegeven wordt dat de maatregelen partieel moeten worden bezien en dus niet optelbaar zijn.
- De kolencentrales zijn een geval apart. Binnen het ETS resulteert sluiting niet in reducties. De claimkosten zitten er ook niet in. Dus maak duidelijk hoe je met de afbakening voor Nederland bent omgegaan. Een kolencentrale met CCS uitvoeren is goedkoper dan de totale kosten (incl. claims) van het sluiten van kolencentrales.
- Er wordt een zorg uitgesproken dat er ondanks de nuanceringen ten aanzien van de waarde van de kostencurven en de berekeningen van de beleidsmaatregelen op basis van nationale kosten (waarbij aspecten als luchtkwaliteit, groene groei, concurrentiekracht, werkgelegenheid, etc. buiten beschouwing blijven) toch harde conclusies aan verbonden worden. De cijfers alleen zijn niet voldoende, je hebt ook tekst en uitleg nodig om het hele verhaal te vertellen.
- Voor een goede afweging moet een nieuw energiesysteem vergeleken worden met het oude en dat een enkele analyse op maatregelniveau niet toereikend is. Voor het Energieakkoord kan men daarbij aansluiten bij de verdeling van de opgave over sectoren. Je kunt met onzekerheid over toekomstige technologieontwikkeling omgaan op basis van een gevoeligheidsanalyse. Uit een systeemvergelijking blijkt ook dat je geen kolencentrales meer nodig hebt omdat die onvoldoende in bedrijf zullen zijn. Dus is CCS in de industrie in dat geval een betere optie. De kosten van de systemen kan je met elkaar vergelijken. De verdeling van die kosten over partijen via beleidsinstrumenten volgt daarna.

- In een ideale wereld wordt hetgeen dat via duurzame energie wordt gerealiseerd van het ETS-plafond afgetrokken. Een bodemprijs voor CO_2 is gewenst, maar Nederland is geen eiland. Tevens is dat complex met ETS te combineren. Uit het feit dat sommige maatregelen resulteren in negatieve kosten blijkt dat er bepaalde kosten niet meegenomen worden. In de scheepvaart is veel winst te boeken maar die maatregelen worden toch niet genomen.
- Als de belasting verschuift van elektrisch naar gas zal een aanzienlijke prijsdaling van warmtepompen optreden. De huidige voorgestelde verschuiving in de doorrekening is daarvoor nog niet voldoende maar als de overheid aankondigt dat de komende 10 jaar nog 2 keer te doen, gaan partijen daar op anticiperen. De HR-ketel wordt daardoor uitgefaseerd en vervangen door een kleinere ketel met een warmtepomp. Daarmee kan je 100 PJ verduurzamen.
- Qua psychologe en markt kan het goed werken om meerdere doelen te hebben.
- Opgemerkt wordt dat het Rotterdamse cluster goed kan concurreren binnen de EU en dus gebaat is bij hoge CO_2-prijzen.
- Ten aanzien van de autobranche kan de overheid innovatie uitlokken door toe te zeggen dat wanneer de prijs met x % daalt, de overheid y auto's afneemt. Een norm kan ook innovatie uitlokken. Als de normen in het bouwbesluit eerder harder aangescherpt waren, was er eerder meer mogelijk. Bij de industrie werkt dit ook zo, daar kan meer gehaald worden via strengere normen.
- Het gaat om een adaptief toekomstperspectief. Het gaat ook om het verdienpotentieel voor Nederland in 2050. Wat komt er in plaats van de fossiele industrie. Je moet de innovatie daar op richten waar de kansen liggen. Je kan beter investeren in infrastructuur en R&D dan in auto's die makkelijk de grens over gaan. Het ETS levert niet snel een prijs op om innovaties uit te lokken. Voor innovatie kan je specifieke doelen formuleren bijvoorbeeld ten aanzien van een aantal elektrische auto's. Het gaat er om de kosten van bestaande technieken te verlagen. De industrie volgt wel. De topsectoren zou je ook meer moeten aanspreken op wat er nodig is.

De voorzitter geeft in een reactie aan dat de hoofdboodschap van de werkgroep is dat er geen simpel lijstje mogelijk is. Deel van de complexiteit is dat het Energieakkoord zich niet op CO_2 maar op duurzame energie, energiebesparing en groene groei richt. Een risico is ook dat je te snel te partieel kijkt. Je moet het denken over ETS en niet-ETS uit elkaar houden. Het is aan de politiek te kiezen voor doelen en prioriteitstelling. De werkgroep moet inzichtelijk maken welke keuze er voorligt. De werkgroep gaat geen beleidspakketten voorstellen en doorrekenen. Dit is uiteindelijk immers een politieke keuze. Voor innovatie gaat het om managen van onzekerheid zoals dat ook bij financiële portefeuilles wordt gedaan.

Afgesproken is dat de experts het IBO-rapport ontvangen nadat deze openbaar is geworden.

Bijlage 5. Verklarende woordenlijst

Begrippenlijst	**Definitie**
BENG	Bijna Energieneutrale Gebouwen: eisen aan nieuwbouwwoningen en nieuwbouwkantoren.
Biomassa	Verzamelnaam voor het biologisch afbreekbare gedeelte van producten, afvalstoffen, en plantaardig en dierlijk restmateriaal van de land- en bosbouw, en van industrieel en huishoudelijk afval.
Broeikasgassen	Alle gassen die bijdragen aan klimaatverandering. Het gaat m.n. om CO_2, N_2O en methaan.
Cap-and-trade	Zie ETS: de cap is het gefixeerde gezamenlijke emissieplafond voor de deelnemers aan ETS; trade is de handel in emissierechten. Een bedrijf onder ETS heeft de keuze om broeikasgassen te reduceren of om deze van andere deelnemers aan te kopen.
CCS	Carbon Capture and Storage, ook wel opslag en afvang van CO_2: voorziening bij grote energie- en industriële installaties om een groot deel van de emissies (in de regel 90%) tijdens het productieproces op te slaan en af te vangen.
CO_2	Koolstofdioxide: broeikasgas gerelateerd aan energieverbruik.
CO_2-equivalenten	Eenheid om de invloed van de verschillende broeikasgassen op te kunnen tellen, Alle emissiecijfers worden omgerekend naar zogeheten CO_2-equivalenten. Eén CO_2-equivalent staat gelijk aan het effect dat de uitstoot van 1 kg CO_2 heeft.
Decentrale warmte	Warmte die lokaal wordt opgewekt meestal door een installatie voor warmtekrachtkoppeling, of door warmtepompen en het toepassen van geothermie.
Duurzame energie en hernieuwbare energie	Is energie waarover de mensheid voor onbeperkte tijd kan beschikken en waarbij, door het gebruik ervan, het leefmilieu en de mogelijkheden voor toekomstige generaties niet worden benadeeld. Het gaat hierbij om energie uit hernieuwbare, niet-fossiele bronnen, namelijk wind, zon, aerothermische, geothermische, en hydrothremische energie en energie uit oceanen, waterkracht, biomassa, stortgas, gas van rioolzuiveringsinstallaties en biogassen. Soms worden de termen duurzame energie en *hernieuwbare energie* als synoniemen gebruikt. Door anderen wordt er wel een onderscheid gemaakt: een hernieuwbare bron moet voor praktisch onbeperkte tijd te gebruiken zijn, een duurzame energiebron moet daarbovenop ook nog weinig milieuschade met zich meebrengen.
ECN	Energie Centrum Nederland.
Eindgebruikerkosten	Worden conform de nationale kosten bepaald. De disconteringsvoet en de energieprijzen waarmee gerekend wordt verschillen echter.
Elektrificatie	Ontwikkeling waarbij elektriciteit als krachtbron andere vormen van energie vervangt. Vaak vervangt elektriciteit dan aardgas.
Emissiehandelssysteem	Is een systeem dat werkt volgens het 'cap and trade' principe. Bedrijven onder het emissiehandelssysteem mogen voor elk emissierecht een vaste hoeveelheid uitstoten. De emissierechten zijn vrij verhandelbaar tussen bedrijven en andere participanten op de emissiehandelsmarkt.
Emissies	Uitstoot van broeikasgassen.

Energieakkoord	Voluit: Energieakkoord voor duurzame groei onder leiding van de SER. Bevat afspraken op het terrein van hernieuwbare energie, energiebesparing en werkgelegenheid. Het akkoord is door 47 partijen ondertekend en formuleert doelen voor de jaren 2020 en 2023.
Energie-efficiency	Is het doel om de hoeveelheid energie te verminderen die nodig is voor een bepaalde dienst of de productie of gebruik van een bepaald goed. Naarmate een proces minder energie vraagt om het zelfde doel te bereiken wordt het als effectiever beoordeeld.
Energielabeling	Waarderingssysteem in de woning- en kantorenmarkt die een label toekent aan de energiezuinigheid van de woning of kantoor. Door middel van dit labelsysteem kan een betere sturing plaatsvinden op de realisering van verdergaande energiebesparing in woningen en kantoren.
Energietransitie	De lange termijnontwikkeling van vraag- en aanbod van energie. Nederland streeft in internationaal verband naar een 100% duurzame energievoorziening in 2050.
ETS	Emission Trading System: Europees handelssysteem om reductie van broeikasgassen op een kosteneffectieve wijze te bevorderen. ETS is van kracht voor de grote installaties binnen de Europese economie: het gaat om installaties binnen de energiesector en de energie-intensieve industrie die gezamenlijk een maximale hoeveelheid uitstoot van broeikasgassen mogen realiseren. Dit zogenoemde gezamenlijke uitstootplafond daalt in de tijd waardoor een doel voor reductie van broeikasgassen voor ETS-bedrijven wordt bereikt.
ETS-sector	Alle bedrijven die onder het ETS vallen. Bedrijven onder het ETS zijn meestal grote, energie-intensieve bedrijven uit de elektriciteitssector, raffinage industrie, chemische industrie, metaalsector.
IBO	Interdepartementaal Beleidsonderzoek
Kennisspillovers	Spillovers treden op als innovaties of verbeteringen bij een bedrijf de prestaties van een ander bedrijf verbeteren. Kennis (bijvoorbeeld opgebouwd via R&D) wordt opgebouwd en leidt tot innovaties bij bedrijven.
Klimaatverandering	Is de verandering van het gemiddelde weer of klimaat over een lange periode.
Kosteneffectiviteit	Maatregelen zijn kosteneffectief wanneer een maatregel een redelijke verhouding heeft in de mate van doelbereik tot de mate van de kosten.
Kosteneffectiviteit	Het realiseren van een reductie van broeikasgassen tegen de laagste kosten in euro per ton CO_2. Een hoge kosteneffectiviteit betekent dat de kosten in euro per ton CO_2 laag zijn, een lage kosteneffectiviteit dat de kosten in euro per ton CO_2 juist hoog zijn.
Lock-in effect	Effect dat kan optreden door een specifieke keuze voor een techniek. Daardoor worden alternatieve toekomstige opties uitgesloten.
Maatschappelijke kosten	Zijn de kosten die volgen uit een maatschappelijke kosten-batenanalyse. In vergelijking met de nationale kosten berekent een MKBA niet de jaarlijkse kosten, maar een netto contante waarde en brengt een MKBA behalve de directe kosten en baten ook allerlei andere kosten en baten in beeld.
Methaanslip	Gasmotoren gebruikt in WKK-installaties stoten onverbrand aardgas uit. Men noemt dit onverbrande gas methaanslip.
Monomestvergisting	De vergisting van dierlijke mest naar biogas in een zogenoemde vergistingsinstallatie.

Nationale kosten	Zijn de kosten volgens de milieukostenmethodiek (VROM 1998). Dit is het saldo van een groot aantal directe kosten én baten voor de gehele maatschappij die samenhangen met het nemen van een maatregel. De kosten omvatten: kapitaalkosten, bedienings- en onderhoudskosten, baten van vermeden energiegebruik, effect op aankoop of verkoop van CO_2-rechten in het Europese emissiehandelssysteem, en (specifiek voor transport) reistijdverlies.
Netwerkexternaliteiten	Ook wel: het kip-ei probleem. Achterblijvende aanleg van infrastructuur staat een ontwikkeling van energiezuinige opties in de weg. Andersom is er sprake van grote investeringsonzekerheid om ingrijpende infrastructurele investeringen te plegen omdat het onzeker is of een nieuwe techniek voldoende afnemers zal opleveren.
Niet-ETS sector	Alle emissies die niet onder het ETS vallen. Het gaat daarbij m.n. om de CO_2-uitstoot van vervoer, in de gebouwde omgeving, in de landbouw en bij de kleinere bedrijven in de industrie en energiesector en niet CO2-emissies in de landbouw en bij andere sectoren.
Niet-ETS sectoren	Verzamelnaam voor bedrijven en instellingen die niet onder het ETS vallen: land- en tuinbouwsector, gebouwde omgeving (woningen en kantoren), transport en kleinere industrieën.
Nulemissieauto’s	Auto die geen emissies uitstoot. Het gaat om volledig elektrische auto's en auto's op waterstof.
Overheidskosten	Worden bepaald door gevolgen voor de overheidsfinanciën.
Overige broeikasgassen	Verzamelnaam voor de gassen methaan, lachgas en F-gas.
Padafhankelijkheid	Ook wel: directed technological change. Treedt op bij innovatiekeuzes waarbij men kiest voor de markt met de meeste winstkansen op de kortere termijn. Die keuze zal niet altijd overeenkomen met een keuze die wordt ingegeven door lange termijn energietransitie.
PBL	Planbureau voor de Leefomgeving.
Reistijdverlies	Vertraging die optreedt door een lagere snelheid, opgelegd door een gebod van de overheid of door filevorming.
ROAD-project	Staat voor Rotterdam Opslag en Afvang Demonstratieproject. Zie verder onder CCS.
Salderingsregeling	Mogelijkheid om de geleverde elektriciteit in een woning te kunnen salderen met de eigen productie van elektriciteit door toepassing van zonnepanelen op het dak. Daardoor is minder energiebelasting en BTW verschuldigd. Tevens geldt bij levering van de eigen productie aan het elektriciteitsnet een terugleververgoeding.
STEP	Stimuleringsregeling Energieprestatie Huursector, een subsidie onder voorwaarden aan verhuurders van woningen indien zij door energie besparing 3 labelstappen realiseren (zie energielabeling).
Stortgas	Gas onttrokken van afvalstortplaatsen.
Urgenda-zaak	Rechtszaak aangespannen door de stichting Urgenda tegen de Staat der Nederlanden.
Waterbedeffect	Optredend effect binnen de ETS: extra reductie van broeikasgassen leidt onder het gezamenlijke vaststaande emissieplafond tot meer uitstootmogelijkheden voor andere ETS deelnemers. Daardoor treedt uiteindelijk niet of nauwelijks reductie van broeikasgassen op.

Bijlage 6. Onderzoek PBL/ECN

Daniëls, B. (ECN), Koelemeijer, R. (PBL) (2016): *'Kostenefficiëntie van beleidsmaatregelen ter vermindering van broeikasgasemissies - bijlage bij het IBO kostenefficiëntie CO2-reductiemaatregelen'*, ECN-E--15-060, PBL publicatienummer 1748